



**TUGAS AKHIR - RP 141501**

**ANALISIS DINAMIKA POLA SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN  
PADA WILAYAH TERDAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT  
DI KOTA PEKALONGAN**

**ALI WIJAYA  
NRP 3613 100 032**

**Dosen Pembimbing :  
Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**TUGAS AKHIR RP - 141501**

**ANALISIS DINAMIKA POLA SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN  
PADA WILAYAH TERDAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT  
DI KOTA PEKALONGAN**

**ALI WIJAYA  
3613100032**

**Dosen Pembimbing:  
Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, 2017**



**FINAL PROJECT RP - 141501**

**SPATIAL PATTERN DYNAMICS ANALYSIS OF LAND USE  
AT AFFECTED-AREA OF SEA LEVEL RISE IN  
PEKALONGAN CITY**

**ALI WIJAYA  
3613100032**

**Supervisor:  
Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF URBAN AND REGIONAL PLANNING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya, 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS DINAMIKA POLA SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN PADA WILAYAH TERDAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT DI KOTA PEKALONGAN

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ALI WIJAYA**

NRP. 3613 100 032

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 197801082003121002





# **ANALISIS DINAMIKA POLA SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN PADA WILAYAH TERDAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT DI KOTA PEKALONGAN**

**Nama** : Ali Wijaya  
**NRP** : 3613 100 032  
**Departemen** : Perencanaan Wilayah dan Kota  
FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D

## **ABSTRAK**

*Kecenderungan perkembangan setiap kota selalu berbeda sesuai dengan karakteristik wilayahnya berdasarkan dinamika penggunaan lahan. Kota Pekalongan merupakan salah satu kota di pesisir utara Pulau Jawa yang seringkali mengalami banjir rob akibat kenaikan muka air laut dan hal tersebut berpengaruh pada perkembangan kotanya. Adanya fenomena tersebut berdampak besar pada perkembangan kotanya dan di masa yang akan datang kenaikan muka air laut akan terus bertambah.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pola spasial Kota Pekalongan berdasarkan parameter pendekatan spatial metric terhadap dinamika perubahan penggunaan lahan akibat kenaikan muka air laut pada wilayah terdampak. Tujuan tersebut dapat dicapai melalui tahapan penelitian sebagai berikut: (1) Menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan; (2) Mengidentifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut; (3) Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut; (4) Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa luas wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan mencapai 2425.98 Ha. Pada wilayah tersebut pada periode tahun 2003 hingga 2016 perubahan penggunaan lahan paling besar terjadi pada lahan pertanian yang berkurang seluas 370.26 Ha dan rawa yang bertambah seluas 292.68 Ha. Kemudian hasil penghitungan spatial metric menunjukkan bahwa nilai pola kerapatan penggunaan lahan pada wilayah terdampak*

*kenaikan muka air laut selalu menurun akibat adanya fragmentasi dan cenderung memiliki tingkat perkembangan yang tergolong rendah. Pola tersebut diindikasikan dari nilai metric aggregation dan diversity pada periode tahun 2003-2009 dan 2009-2016. Secara keseluruhan penggunaan lahan Kota Pekalongan mengalami dinamika yang besar terutama pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Pada wilayah tersebut pola spasial cenderung menjadi lebih sprawl dengan karakteristik menurunnya tingkat pola kerapatan dan rendahnya tingkat pola perkembangan penggunaan lahannya.*

**Kata Kunci:** *kenaikan muka air laut, penggunaan lahan, pola spasial, spatial metric.*

# **SPATIAL PATTERN DYNAMICS ANALYSIS OF LAND USE AT AFFECTED-AREA OF SEA LEVEL RISE IN PEKALONGAN CITY**

**Name** : Ali Wijaya  
**NRP** : 3613 100 032  
**Department** : Urban and Regional Planning  
FTSP-ITS  
**Supervisor** : Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D

## **ABSTRAK**

*Each city has its own development trend, which depends on its characteristics that represents the dynamics of land use. Pekalongan is one of the cities in the north coast of Java Island that is often affected by tidal flood due to sea level rise. This phenomenon has a major impact in the city development as the future sea level still could rise.*

*The aim of this research is to identify the spatial pattern on Pekalongan based on the parameter of spatial metric approach, related to the dynamics of land use change due to sea level rise in affected areas. Thus, this research is done through the following steps: (1) land use change analysis of Pekalongan; (2) identification of areas that are affected by sea level rise; (3) identification of land use and its change in areas that are affected by sea level rise; (4) spatial pattern analysis on land use that are affected by sea level rise.*

*The result of this study indicates that the affected areas in Pekalongan is 2425,98 Ha. In those areas, from 2003-2016 the land use change that occurred is dominated with agricultural area, which is decreased by 370.26 Ha, and swamp area, that increase by 292.68 Ha. Then, the spatial metric calculation shows that the value of land use diversity in the areas that are affected by sea level rise always decreased due to fragmentation and tend to have low level of development, which is indicated based on the value of metric aggregation and diversity during 2003-2009 and 2009-2016. Overall, the land use in Pekalongan has experienced a large dynamic, especially in areas that is affected by sea*

*level rise. In those areas, the spatial pattern tends to become more sprawl, as the density pattern and land use development pattern decreased.*

***Keywords:*** *land use, sea level rise, spatial metric, spatial pattern.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Analisis Dinamika Pola Spasial Penggunaan Lahan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan*”. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini:

1. Kedua Orang Tua yang selalu mendo'akan yang terbaik.
2. Dosen Pembimbing Bapak Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D., yang selalu memberikan masukan, saran serta arahan dalam penelitian ini.
3. Bapak Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., M.Sc., yang telah banyak membantu dan membuka wawasan penulis.
4. Jajaran dosen PWK ITS dan Laboratorium Komputasi yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat serta pengalaman yang berharga.
5. Pemkot Kota Pekalongan dan dinas terkait yang telah mendukung penelitian ini dan telah membantu penulis dalam pengumpulan data di Kota Pekalongan.
6. Teman-teman sebimbingan TA, Jennie Wibi Rio Aga, yang telah saling mensupport dan selalu meramaikan grup *Line* dengan hal yang seharusnya berfaedah.
7. Teman-teman KM yang telah mewarnai dunia perkuliahan penulis dengan petualangan *KM trip* dan di kehidupan sehari-hari.
8. Teman-teman PWK ITS 2013 selaku kawan seperjuangan yang saling menyemangati.
9. Adek-adek dari Banyuwangi di PWK ITS, memberikan peningkatan semangat perkuliahan penulis.
10. Hamba Allah, LR - SM, yang di akhir perkuliahan telah menemani ke jalan yang lurus, jazakumullahu khairan rek.
11. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan karunianya dan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari bahwa penelitian yang telah dilakukan ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis masih membutuhkan banyak masukan, saran, dan kritik yang membangun.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat secara luas bagi kemajuan pengembangan ilmu bidang perencanaan dan pembangunan kota di masa yang akan datang.

**Surabaya, Juli 2017**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR PETA.....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	5
1.4 Ruang Lingkup.....	6
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah.....	6
1.4.2 Ruang Lingkup Pembahasan.....	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	9
1.5.2 Manfaat Praktis.....	10
1.6 Sistematika Penulisan.....	10
1.7 Kerangka Berpikir.....	12
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Penggunaan Lahan.....	13
2.1.1 Pengertian.....	13
2.1.2 Perubahan Penggunaan Lahan.....	13
2.1.3 Faktor Penyebab Perubahan Penggunaan Lahan.....	14
2.1.4 Sistem Informasi Geografis dalam Penggunaan Lahan.....	15
2.2 Kenaikan Muka Air Laut.....	16
2.2.1 Pengertian.....	16
2.2.2 Penyebab Kenaikan Muka Air Laut.....	18
2.2.3 Dampak Kenaikan Muka Air Laut.....	19
2.3 Pola Spasial Penggunaan Lahan.....	20



2.3.1 Pengertian.....	20
2.3.2 Perkembangan dan Pertumbuhan Kota .....	21
2.3.3 Spatial Metric .....	22
2.3.4 Penggunaan Spatial Metric dalam Analisis Dinamika Perkotaan.....	23
2.4 Studi Penelitian Terdahulu .....	25
2.4.1 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir Kota Pekalongan Menggunakan Data Landsat 7 ETM+ (Shofiana, dkk, 2013) .....	25
2.4.2 Land Use Change Modelling Under Tidal Flood Scenario By Means Of Markov-Cellular Automata In Pekalongan Municipal (Pratomoatmojo, 2012) .....	26
2.4.3 Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan (Marfai, dkk, 2013).....	27
2.4.4 Landscape Metrics In The Analysis Of Urban Land Use Patterns: A Case Study In A Spanish Metropolitan Area (Aguilera, dkk, 2010) .....	28
2.4.5 Land Use Changes Analysis for Kelantan Basin Using Spatial Matrix Technique “Patch Analyst” in Relation to Flood Disaster (Ismail dan Husain, 2011) .....	28
2.4.6 Keterkaitan Penelitian Terdahulu .....	30
2.5 Sintesa Pustaka.....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1 Pendekatan Penelitian .....	39
3.2 Jenis Penelitian.....	39
3.3 Variabel Penelitian .....	39
3.4 Penentuan Populasi dan Sampel.....	45
3.5 Metode Pengumpulan Data .....	45
3.5.1 Pengumpulan Data Primer.....	45
3.5.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	46
3.6 Metode dan Teknik Analisis Data.....	47
3.6.1 Menganalisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan.....	50

3.6.2 Mengidentifikasi Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan.....	54
3.6.3 Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan .....	58
3.6.4. Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut.....	60
3.7. Tahapan Penelitian .....	72
3.8 Kerangka Pemikiran Studi.....	74
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>77</b>
4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian .....	77
4.1.1 Wilayah Administrasi dan Geografis .....	77
4.1.2 Kondisi Fisik.....	83
4.1.3 Kependudukan dan Perekonomian .....	88
4.1.4 Jaringan Infrastruktur.....	93
4.1.5 Penggunaan Tanah.....	98
4.1.6 Kebencanaan.....	101
4.1.7 Arah Kebijakan Tata Ruang.....	111
4.2 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan .....	113
4.2.1 Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	114
4.2.2 Validasi dan Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan .....	135
4.2.3 Perubahan Penggunaan Lahan Kota Pekalongan .....	140
4.2.4 Statistik Penggunaan Lahan Kota Pekalongan.....	193
4.3 Identifikasi Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut Kota Pekalongan .....	201
4.3.1 Pemodelan Spasial Genangan Kenaikan Muka Air Laut .....	201
4.3.2 Validasi dan Identifikasi Lapangan .....	213
4.4 Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut.....	217
4.4.1 Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut.....	222

4.4.2 Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut.....	233
4.5 Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan .....	236
4.5.1 Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan dengan Pendekatan Spatial Metric .....	236
4.5.2 Analisis Dinamika Pola Spasial Kerapatan Penggunaan Lahan .....	238
4.5.3 Analisis Dinamika Pola Spasial Perkembangan Keragaman Penggunaan Lahan.....	259
4.5.4 Karakteristik Pola Spasial Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	265
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	269
5.1 Kesimpulan .....	269
5.2 Rekomendasi.....	270
Lampiran A. Tabel Validasi Penggunaan Lahan.....	281
Lampiran B. Tabel Identifikasi Wilayah Tergenang .....	307

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Teori Penggunaan Lahan.....	16
Tabel 2.2 Kajian Teori Kenaikan Muka Air Laut.....	20
Tabel 2.3. Kajian Teori Pola Spasial Penggunaan Lahan.....	25
Tabel 2.4. Penelitian-penelitian Terdahulu .....	30
Tabel 2.5. Hasil Sintesa Kajian Pustaka Penggunaan Lahan.....	32
Tabel 2.6. Hasil Sintesa Kajian Pustaka Kenaikan Muka Air Laut .....	33
Tabel 2.7. Hasil Sintesa Kajian Pustaka Pola Spasial Penggunaan Lahan.....	34
Tabel 3.1. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	41
Tabel 3.2. Teknik Pengumpulan Data Primer.....	46
Tabel 3.3. Teknik Pengumpulan Data Sekunder .....	47
Tabel 3.4. Teknik Analisis Data.....	48
Tabel 3.5. Jenis Metric yang Digunakan .....	65
Tabel 4.1. Luas Kecamatan dan Persentase Terhadap Kota Pekalongan.....	78
Tabel 4.2. Wilayah Administrasi Kelurahan dan Luasannya di Kota Pekalongan.....	79
Tabel 4.3. Curah Hujan di Kota Pekalongan Tahun 2015 .....	85
Tabel 4.4 Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kota Pekalongan.....	88
Tabel 4.5. Kepadatan Penduduk Tahun 2015 di Kota Pekalongan .....	89
Tabel 4.6. Statistik Kondisi Jalan Kota Pekalongan .....	94
Tabel 4.7. Penggunaan Tanah di Kota Pekalongan Tahun 2015 ..	99
Tabel 4.8. Penggunaan Lahan Budidaya Perikanan di Kota Pekalongan.....	100
Tabel 4.9. Data Lahan Pertanian Kota Pekalongan Tahun 2015 .....	101
Tabel 4.10. Wilayah Bahaya Tanah Longsor di Kota Pekalongan .....	103
Tabel 4.11. Wilayah Rawan Banjir di Kota Pekalongan .....	105
Tabel 4.12. Luasan Sawah yang Tergenang Rob Tahun 2015 ..	109

Tabel 4.13. Lokasi Shelter Penampungan Sementara .....	110
Tabel 4.14 Program Infrastruktur Penanggulangan Rob .....	111
Tabel 4.15 Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan ...	121
Tabel 4.16 Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	140
Tabel 4.17 Statistik Penggunaan Lahan Kota Pekalongan .....	141
Tabel 4.18 Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Utara.....	193
Tabel 4.19 Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Barat.....	195
Tabel 4.20 Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Timur.....	197
Tabel 4.21 Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Selatan .....	199
Tabel 4.22. Persentase Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	208
Tabel 4.23 Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	221
Tabel 4.24 Luas Penggunaan Lahan 2003 Pada Wilayah Terdampak.....	222
Tabel 4.25 Luas Penggunaan Lahan 2003 Pada Wilayah Terdampak.....	224
Tabel 4.26 Luas Penggunaan Lahan 2016 Pada Wilayah Terdampak.....	225
Tabel 4.27 Dinamika Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	233
Tabel 4.28 Metric Aggregation yang Digunakan .....	239
Tabel 4.29 Statistik NP dan PD Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut.....	241
Tabel 4.30 Statistik PLADJ dan IJI Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut .....	243
Tabel 4.31 Statistik Pola Spasial Kerapatan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	250
Tabel 4.32 Tingkat Kerapatan Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut .....	253
Tabel 4.33. Statistik Komposisi Patch Tiap Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	255

Tabel 4.34. Statistik Konfigurasi Patch Tiap Kecamatan	
Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	257
Tabel 4.35 Statistik Pola Spasial Keragaman Pada Wilayah	
Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	259
Tabel 4.36 Tingkat Keragaman Penggunaan Lahan Wilayah	
Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut .....	262
Tabel 4.37. Statistik Konfigurasi Patch Tiap Kecamatan	
Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	269

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Berpikir .....	12
Gambar 2.1. Kerangka Teori Penelitian .....	37
Gambar 3.1. Proses Analisis Perubahan Penggunaan Lahan.....	50
Gambar 3.2. Tampilan Citra Quickbird.....	51
Gambar 3.3. Ilustrasi Analisis Overlay .....	54
Gambar 3.4. Proses Analisis Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	55
Gambar 3.5. Tampilan Dialog Raster Calculator .....	57
Gambar 3.6. Ilustrasi Penggunaan Logical Operator .....	58
Gambar 3.7. Proses Identifikasi Penggunaan Lahan Pada Wilayah Tergenang .....	59
Gambar 3.8. Ilustrasi Penggunaan Overlay .....	59
Gambar 3.9. Proses Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan ...	60
Gambar 3.10. Cell Size Pada Raster.....	62
Gambar 3.11. Ilustrasi Tingkatan Metric.....	64
Gambar 3.12. Ilustrasi Patch Density.....	66
Gambar 3.13. Ilustrasi Hasil Interspersion and Juxtaposition Index.....	67
Gambar 3.14. Ilustrasi Tingkat Agregasi Wilayah .....	69
Gambar 3.15. Ilustrasi Hasil SHDI.....	70
Gambar 3.16. Ilustrasi Tingkat Keragaman Patch.....	71
Gambar 3.17. Skema Alur Tahapan Penelitian .....	72
Gambar 3.18. Kerangka Pemikiran Studi.....	75
Gambar 4.1. Orientasi Wilayah Kota Pekalongan.....	77
Gambar 4.2. Persentase (%) Luas Wilayah Kota Pekalongan Tahun 2015 .....	80
Gambar 4.3. Kondisi Pantai di Kota Pekalongan .....	93
Gambar 4.4. Pasang Maksimum Laut Utara Jawa Tengah 2016.	87
Gambar 4.5. Penggunaan Lahan Tambak di Kota Pekalongan .	100
Gambar 4.6. Sawah Tergenang Rob di Kota Pekalongan .....	109
Gambar 4.7 Kenampakan Penggunaan Lahan Industri.....	122
Gambar 4.8 Kenampakan Penggunaan Lahan Terbuka .....	123
Gambar 4.9 Kenampakan Penggunaan Lahan Perdagangan ....	123

Gambar 4.10 Kenampakan Penggunaan Lahan Kebun Campur	124
Gambar 4.11 Kenampakan Penggunaan Lahan Permukiman ...	124
Gambar 4.12 Kenampakan Penggunaan Lahan Pertanian.....	125
Gambar 4.13 Kenampakan Penggunaan Lahan Rawa .....	125
Gambar 4.14 Kenampakan Penggunaan Lahan RTH .....	127
Gambar 4.15 Kenampakan Penggunaan Lahan Sungai .....	127
Gambar 4.16 Kenampakan Penggunaan Lahan Tambak.....	128
Gambar 4.17 Kenampakan Penggunaan Lahan Transportasi ...	128
Gambar 4.18 Validasi Lapangan Dengan GPS .....	139
Gambar 4.19 Diagram Luas Penggunaan Lahan Kota Pekalongan	142
Gambar 4.20 Industri di Kota Pekalongan.....	143
Gambar 4.21 Lahan Terbuka di Kota Pekalongan.....	149
Gambar 4.22 Perdagangan di Kota Pekalongan .....	155
Gambar 4.23 Kebun Campur di Kota Pekalongan .....	161
Gambar 4.24 Permukiman di Kota Pekalongan .....	167
Gambar 4.25 Pertanian di Kota Pekalongan .....	173
Gambar 4.26 Rawa di Kota Pekalongan.....	179
Gambar 4.27 Rawa di Kota Pekalongan.....	185
Gambar 4.28 RTH di Kota Pekalongan.....	191
Gambar 4.29 Sungai di Kota Pekalongan.....	192
Gambar 4.30 Transportasi di Kota Pekalongan.....	192
Gambar 4.31 Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Utara	194
Gambar 4.32 Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Barat	196
Gambar 4.33 Diagram penggunaan lahan di Pekalongan Timur	198
Gambar 4.34 Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Selatan	200
Gambar 4.35 Pasang Maksimum Laut Utara Jawa Tengah 2016	203
Gambar 4.36 Model Wilayah Tergenang Kota Pekalongan .....	208
Gambar 4.37 Wilayah Tergenang Air Laut .....	213

Gambar 4.38 Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2003 Wilayah Terdampak Genangan .....	223
Gambar 4.39 . Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2009 Wilayah Terdampak Genangan .....	224
Gambar 4.40 Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2016 Wilayah Terdampak Genangan .....	226
Gambar 4.41 Chart Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	234
Gambar 4.42 Data Raster Penggunaan Lahan yang Digunakan	237
Gambar 4.43 Chart Perbandingan (NP) Tiap Penggunaan Lahan .....	245
Gambar 4.44 Ilustrasi Nilai NP pada Penggunaan Lahan .....	246
Gambar 4.45 Chart Perbandingan PD Penggunaan Lahan.....	247
Gambar 4.46 Ilustrasi Nilai PD pada Penggunaan Lahan .....	247
Gambar 4.47 Chart Perbandingan PLADJ Penggunaan Lahan.	248
Gambar 4.48 Ilustrasi Nilai PLADJ pada Penggunaan Lahan..	248
Gambar 4.49 Chart Perbandingan IJI Penggunaan Lahan.....	249
Gambar 4.50 Ilustrasi Nilai IJI pada Penggunaan Lahan .....	248
Gambar 4.51 Number of Patch (NP) Wilayah Tergenang.....	250
Gambar 4.52 Patch Density (PD) Wilayah Tergenang .....	251
Gambar 4.53 Percentage Like of Adjacency (PLADJ) Wilayah Tergenang .....	251
Gambar 4.54 Interspersion and Juxtaposition Index (IJI) Wilayah Tergenang .....	252
Gambar 4.55. Ilustrasi Fragmentasi Penggunaan Lahan yang Terjadi .....	254
Gambar 4.56. Chart Nilai NP Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	256
Gambar 4.57. Chart Nilai PD Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	256
Gambar 4.58. Chart Nilai PLADJ Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	258
Gambar 4.59. Chart Nilai IJI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	258

Gambar 4.60 Shannon's Diversity Index (SHDI) Wilayah Tergenang .....	260
Gambar 4.61 Shannon's Evenness Index (SHEI) Wilayah Tergenang .....	261
Gambar 4.62. Ilustrasi Keragaman Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak .....	263
Gambar 4.63. Chart Nilai SHDI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	264
Gambar 4.64. Chart Nilai SHEI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	264
Gambar 4.65 Kecenderungan Pola Perkembangan Ribbon Development .....	266
Gambar 4.66. Ilustrasi Pertumbuhan Patch Baru Penggunaan Lahan di Wilayah Terdampak .....	267

## DAFTAR PETA

Peta 1.1 Wilayah Penelitian .....	7
Peta 4.1. Administrasi dan Wilayah Penelitian Kota Pekalongan .....	81
Peta 4.2. Kepadatan Penduduk Tahun 2015 Kota Pekalongan ...	91
Peta 4.3. Jaringan Jalan Kota Pekalongan .....	95
Peta 4.4. Wilayah Rawan Banjir Kota Pekalongan.....	107
Peta 4.5. Citra Satelit Kota Pekalongan 2003 .....	115
Peta 4.6. Citra Satelit Kota Pekalongan 2009 .....	117
Peta 4.7. Citra Satelit Kota Pekalongan 2016 .....	119
Peta 4.8 Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2003.....	129
Peta 4.9 Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2009.....	131
Peta 4.10 Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2016....	133
Peta 4.11 Sebaran Titik Validasi Penggunaan Lahan .....	137
Peta 4.12 Perkembangan Industri 2003-2009 .....	145
Peta 4.13 Perkembangan Industri 2009-2016 .....	147
Peta 4.14 Perkembangan Lahan Terbuka 2003-2009.....	151
Peta 4.15 Perkembangan Lahan Terbuka 2009-2016 .....	153
Peta 4.16 Perkembangan Perdagangan 2003-2009 .....	157
Peta 4.17 Perkembangan Perdagangan 2009-2016.....	159
Peta 4.18 Perkembangan Kebun Campur 2003-2009 .....	163
Peta 4.19 Perkembangan Kebun Campur 2009-2016 .....	165
Peta 4.20 Perkembangan Lahan Permukiman 2003-2009.....	169
Peta 4.21 Perkembangan Permukiman 2009-2016 .....	171
Peta 4.22 Perkembangan Pertanian 2003-2009 .....	175
Peta 4.23 Perkembangan Pertanian 2009-2016 .....	177
Peta 4.24 Perkembangan Rawa 2003-2009 .....	181
Peta 4.25 Perkembangan Rawa 2009-2016 .....	183
Peta 4.26 Perkembangan Tambak 2003-2009 .....	187
Peta 4.27 Perkembangan Tambak 2009-2016 .....	189
Peta 4.28 Digital Elevation Model (DEM) Kota Pekalongan ...	205
Peta 4.29 Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut .....	211
Peta 4.30 Titik Observasi Lapangan .....	215

Peta 4.31 Titik Sampel Penggunaan Lahan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut .....	219
Peta 4.32 Penggunaan Lahan 2003 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	227
Peta 4.33 Penggunaan Lahan 2009 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	229
Peta 4.34 Penggunaan Lahan 2016 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut.....	231

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Suatu perencanaan pembangunan kota tidak lepas dari unsur spasial sebagai hal yang harus diperhatikan. Fenomena spasial terjadi di permukaan bumi dari waktu ke waktu. Informasi spasial menunjukkan fungsi dari suatu wilayah yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan perencanaan wilayah dan manajemen permasalahan keruangan yang terjadi. Dalam menganalisis kondisi permasalahan berdasarkan data dari suatu wilayah dapat menggunakan analisis spasial. Penggunaan analisis spasial telah dikembangkan untuk analisis berbasis lokasi menggunakan informasi digital yang dapat dilakukan dengan GIS (*Geographic Information System*). Luaran dari analisis spasial antara lain adalah model spasial yang merupakan gambaran sifat dasar dan proses untuk satu set fitur spasial yang ditampilkan dalam peta, *chart*, diagram, dan lain sebagainya. Model spasial yang kerap kali digunakan dalam perencanaan kota adalah terkait dengan penggunaan lahan.

Penggunaan model berbasis komputer dari perubahan penggunaan lahan dan pertumbuhan perkotaan menjadi sarana penting dalam mendukung perencanaan dan manajemen perkotaan (Gustafson, 1998; Herold, Couclelis, & Clarke, 2003). Salah satu proses perkembangan suatu wilayah dan kota adalah adanya perubahan penggunaan lahan yang merupakan suatu hal yang dinamis dan hal tersebut dapat diamati dengan analisis spasial secara multi *temporal*. Kompleksitas perkotaan dapat dikarakteristikan berdasarkan kompleksitas pola penggunaan lahannya. Pola spasial penggunaan lahan merupakan salah satu indikator perkembangan wilayah (Gemilang, 2008). Perkembangan kota berkaitan dengan visi spasial kota yang selalu diarahkan pada bentuk dan sebaran spasial yang ideal bagi kota



tersebut (Hadi Sabari Yunus, 1999), dan untuk mencapai hal tersebut terlebih dahulu diperlukan suatu analisis spasial.

Salah satu analisis spasial terkait perkembangan dalam spasial kota adalah *spatial metric*. *Spatial metric* merupakan suatu pengukuran kuantitatif yang berasal dari analisis peta tematik berbasis digital yang dapat menunjukkan heterogenitas spasial pada skala dan resolusi tertentu (Herold dkk., 2003) serta dapat menilai karakteristik spasial dan struktur perkotaan. Ketika digunakan untuk multi *temporal*, *spatial metric* dapat menggambarkan perubahan tingkat heterogenitas spasial dalam kurun waktu tertentu (Murayama & Thapa, 2011). *Spatial metric* telah digunakan untuk berbagai tujuan analisis keruangan kota seperti mengidentifikasi pola perkotaan untuk mendukung kebijakan, membandingkan pola fisik kota atau wilayah yang berbeda, dan memahami pola *spatio temporal* perkotaan.

*Spatial metric* berasal dari konsep *landscape metric* yang dikembangkan sejak akhir tahun 1980an yang digunakan untuk menganalisis ekologi lanskap berupa mengkuantitatifkan pola dan bentuk vegetasi. Dalam perkembangannya, konsep dan penghitungan *landscape metric* semakin banyak digunakan dalam analisis perkotaan karena dapat membantu dalam menganalisis komponen spasial struktur perkotaan, terutama pola spasial penggunaan lahan yang kemudian disebut sebagai *spatial metric*. Informasi terkait fungsi dari suatu wilayah dari analisis struktur spasial dapat digunakan sebagai perencanaan wilayah dan manajemen permasalahan yang terjadi dikarenakan terdapat keterkaitan antara struktur dan fungsi. Penggunaan *spatial metric* merupakan pendekatan yang tepat dalam interpretasi pola spasial perubahan penggunaan lahan karena menyediakan informasi tambahan tentang struktur perubahannya dan kemudian dapat dilanjutkan dengan pemodelan perubahan penggunaan lahannya (Koukoulas dkk., 2008). Pola spasial yang dihasilkan dari interpretasi *spatial metric* seperti pola kepadatan dan pertambahan penggunaan lahan menunjukkan tingkat perkembangan suatu kota

dan hal tersebut menjadi urgensi tersendiri dalam penggunaan analisis spasial untuk studi perkotaan. **Pendekatan analisis *spatial metric* dalam perencanaan wilayah dan kota telah banyak digunakan dalam penelitian internasional, akan tetapi belum ditemukan penggunaan *spatial metric* untuk analisis perkotaan di Indonesia.**

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota di Jawa Tengah yang berada di pesisir utara Pulau Jawa yang seringkali mengalami banjir rob akibat kenaikan muka air laut (JawaPos.com, 2016; Nashrullah dkk., 2013). Terdampaknya Kota Pekalongan dari banjir rob berpengaruh pada karakteristik perkembangan kotanya. Adanya kenaikan muka air laut tersebut menjadi salah satu pemicu perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan (Shofiana, Subardjo, & Pratikto, 2013). Kegiatan di berbagai lahan budidaya yang ada di Kota Pekalongan tidak maksimal karena tergenang air akibat kenaikan muka air laut. Kenaikan muka air laut yang menjadi banjir rob berdampak terhadap penggunaan lahan di wilayah pesisir, penggunaan lahan yang tergenang dapat berdampak pada penggunaan tersebut yang kemudian tidak bisa dimanfaatkan lagi (Desmawan & Sukamdi, 2012). Lahan yang tergenang dapat mengalami penurunan fungsi lahan dan berbagai masalah di wilayah yang terdampak. Luas wilayah Kota Pekalongan secara umum tidak mengalami perubahan dari tahun ke tahun, namun apabila dilihat dari fungsi dan penggunaannya terdapat suatu pergeseran. Lahan yang digunakan untuk sawah luasnya setiap tahun berkurang, sebaliknya tanah kering mengalami peningkatan perluasan. Tahun 2014, luas tanah sawah adalah 1.188 Ha mengalami pengurangan sekitar 8 persen dari luas 1.296 Ha pada tahun 2013 (Kota Pekalongan Dalam Angka 2016). Perubahan penggunaan lahan tersebut menunjukkan bahwa lahan pertanian mendominasi perubahan fungsi yang salah satunya disebabkan oleh sifat lahannya akibat pengaruh alam seperti genangan kenaikan muka air laut (Shofiana dkk., 2013). Selain lahan pertanian, lahan tambak juga mengalami perubahan akibat terdampak genangan kenaikan muka air laut. Berdasarkan

pendataan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Pekalongan, pada tahun 2015 lahan tambak yang tidak dapat digunakan (*idle*) mencapai 346 Ha. Lahan budidaya tambak tersebut menjadi tidak produktif akibat tingginya genangan dari kenaikan muka air laut yang terjadi.

Jika dikaitkan dengan kecenderungan perubahan iklim, dampak kenaikan muka air laut terhadap Kota Pekalongan akan semakin bertambah (Chust dkk., 2009; Marfai dkk., 2011) dan perubahan penggunaan lahannya akan semakin besar. Pratomoatmojo (2012) memodelkan banjir rob di Kota Pekalongan dimana diprediksikan sampai tahun 2030 di wilayah Kota Pekalongan yang tergenang banjir rob mencapai 50,68% dari total wilayah keseluruhan dengan mengenangi berbagai penggunaan lahan yang ada seperti permukiman, pertanian, tambak, dan lain-lain. Kemudian untuk perubahan penggunaan lahan yang telah terjadi di Kota Pekalongan dalam periode waktu tahun 2003 sampai tahun 2009, sudah banyak mengalami perubahan pemanfaatan dikarenakan salah satu faktornya adalah adanya banjir rob (Pratomoatmojo, 2012). Kondisi tersebut tentunya akan mengakibatkan terbentuknya pola penyebaran dan pencampuran penggunaan lahan yang tidak optimal yang merupakan karakteristik perkembangan Kota Pekalongan.

Ketepatan penggunaan lahan dan manajemennya di Kota Pekalongan menjadi hal yang penting sebagai bahan pertimbangan dalam proses perencanaan kota (H.S. Yunus, 2005) yang meminimalisir dampak dari adanya bencana alam yang terjadi seperti banjir rob. Sebaran wilayah terdampak kenaikan muka air laut dan kecenderungan pola perubahan penggunaan lahannya dapat dijadikan sebagai informasi dalam arahan penggunaan lahan pada daerah yang terdampak tersebut untuk optimalisasi penggunaan lahan yang lebih berkelanjutan. Kuantifikasi pola spasial penggunaan lahan dapat dilakukan mengingat analisis spasial terkait pola spasial seperti *spatial metric* telah dikembangkan berbasis digital dan dapat diterapkan dalam lingkup

perencanaan kota. Oleh karena hal tersebut, diperlukan suatu analisis terkait perubahan penggunaan lahan dan pola spasial di Kota Pekalongan dengan pendekatan spasial yang tepat untuk mengetahui dan mengoptimalkan perkembangan di wilayah Kota Pekalongan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Analisis spasial diperlukan dalam pertimbangan perencanaan kota seperti pola perkembangan perkotaan yang dapat diukur dengan *spatial metric*. Perkembangan suatu kota dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan yang diakibatkan oleh berbagai faktor yang dapat diinterpretasikan dari pola spasialnya. Kota Pekalongan selalu mengalami kenaikan muka air laut setiap tahunnya dan hal tersebut berpengaruh pada penggunaan lahannya. Pertanyaan dari penelitian ini adalah *“bagaimana karakteristik dinamika pola spasial penggunaan lahan berdasarkan pendekatan Spatial Metric di Kota Pekalongan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut?”*

## 1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pola spasial Kota Pekalongan berdasarkan parameter pendekatan *spatial metric* terhadap adanya dinamika perubahan penggunaan lahan akibat kenaikan muka air laut pada wilayah terdampak. Adapun untuk mencapai tujuan tersebut maka dirumuskan sasaran-sasaran sebagai berikut:

- i. Menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dalam periode tahun 2003-2009 dan tahun 2009-2016
- ii. Mengidentifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan berdasarkan air pasang tinggi tertinggi
- iii. Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan

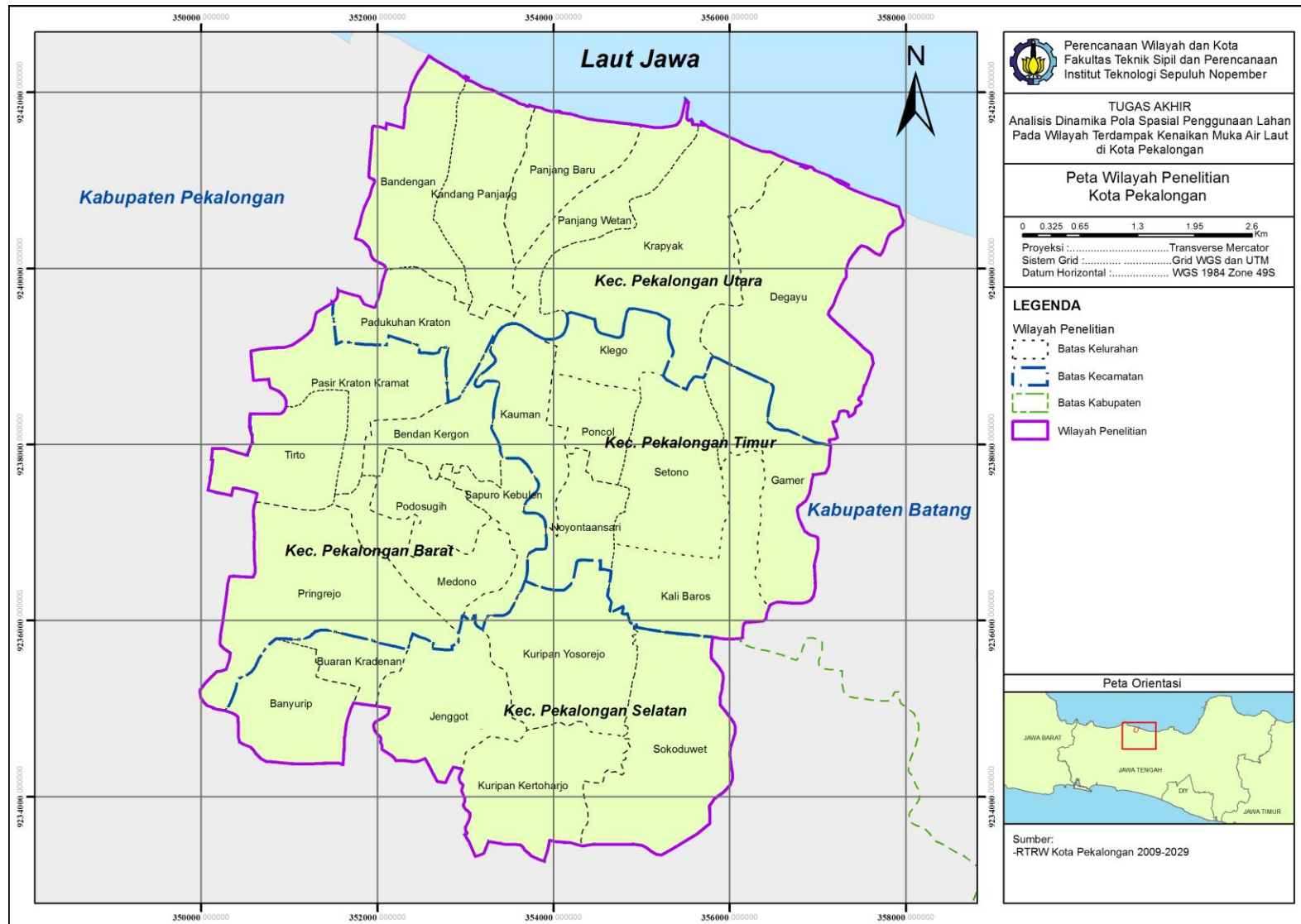
- iv. Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dengan pendekatan *spatial metric*

## **1.4 Ruang Lingkup**

### **1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah**

Lingkup dari wilayah penelitian ini adalah wilayah Kota Pekalongan di Provinsi Jawa Tengah. Kota Pekalongan membentang antara 6°50'42"-6°55'44"LS dan 109°37'55"-109°42'19"BT. Kota Pekalongan terdiri dari 4 Kecamatan, yaitu Kecamatan Pekalongan Barat, Kecamatan Pekalongan Selatan, Kecamatan Pekalongan Timur, dan Kecamatan Pekalongan Utara dengan total luas wilayah 45,25 km<sup>2</sup>. Untuk batas administrasi wilayah penelitian adalah sebagai berikut:

- Sebelah utara : Laut Jawa
- Sebelah barat : Kabupaten Pekalongan
- Sebelah selatan : Kabupaten Pekalongan dan Kabupaten Batang
- Sebelah timur : Kabupaten Batang



**Peta 1.1 Wilayah Penelitian**  
*Sumber: RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### **1.4.2 Ruang Lingkup Pembahasan**

Lingkup dari pembahasan yang akan di studi adalah mengenai analisis pada penggunaan lahan terbatas pada segi spasial pada level *class* (tiap jenis penggunaan lahan) dan *landscape* (wilayah terdampak kenaikan muka air laut). Penggunaan lahan yang diidentifikasi dan digunakan adalah dari segi spasial pada wilayah yang terdampak kenaikan muka air laut pada periode tahun 2003-2016. Kemudian dilakukan analisis dari dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi di tiap periode yang ditentukan dan dianalisis untuk pola spasialnya yang berfokus pada pola *fragmentation* dan *diversity*. Adapun batasan dalam penelitian ini tidak membahas mengenai aspek demografi, sosial, hukum, namun berfokus pada tata guna lahan. Dan juga batasan penelitian ini tidak memperhatikan penurunan tanah, laju angin, dan perubahan garis pantai.

### **1.5.3 Ruang Lingkup Substansi**

Ruang lingkup substansi meliputi susbtansi ilmu yang digunakan sebagai landasan teori maupun konsep-konsep yang berpengaruh dalam penelitian. Lingkup substansi yang akan dibahas adalah mengenai analisis perubahan penggunaan lahan dan pola spasial penggunaan lahan menggunakan *GIS* dan pendekatan *spatial metric*. Substansi pada penelitian ini dikaji melalui aspek fisik dan keruangan.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu perencanaan wilayah dan kota mengenai tata guna lahan. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai metode untuk mengidentifikasi pola spasial area perkotaan di wilayah pesisir yang mendapat pengaruh kenaikan muka air laut dalam perkembangan kotanya yang nantinya dapat menjadi referensi dalam perumusan pola spasial kota khususnya di Indonesia. Penggunaan pendekatan *spatial metric* dalam penelitian ini dapat menjadi literatur penggunaan



analisis spasial tersebut dalam bidang perencanaan wilayah dan kota di Indonesia.

### **1.5.2 Manfaat Praktis**

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai rekomendasi bagi stakeholder terkait dalam perencanaan untuk mengembangkan Kota Pekalongan. Dan dapat digunakan sebagai masukan bagi para akademisi dan pengambil kebijakan terkait manajemen perubahan penggunaan lahan di wilayah pesisir perkotaan.

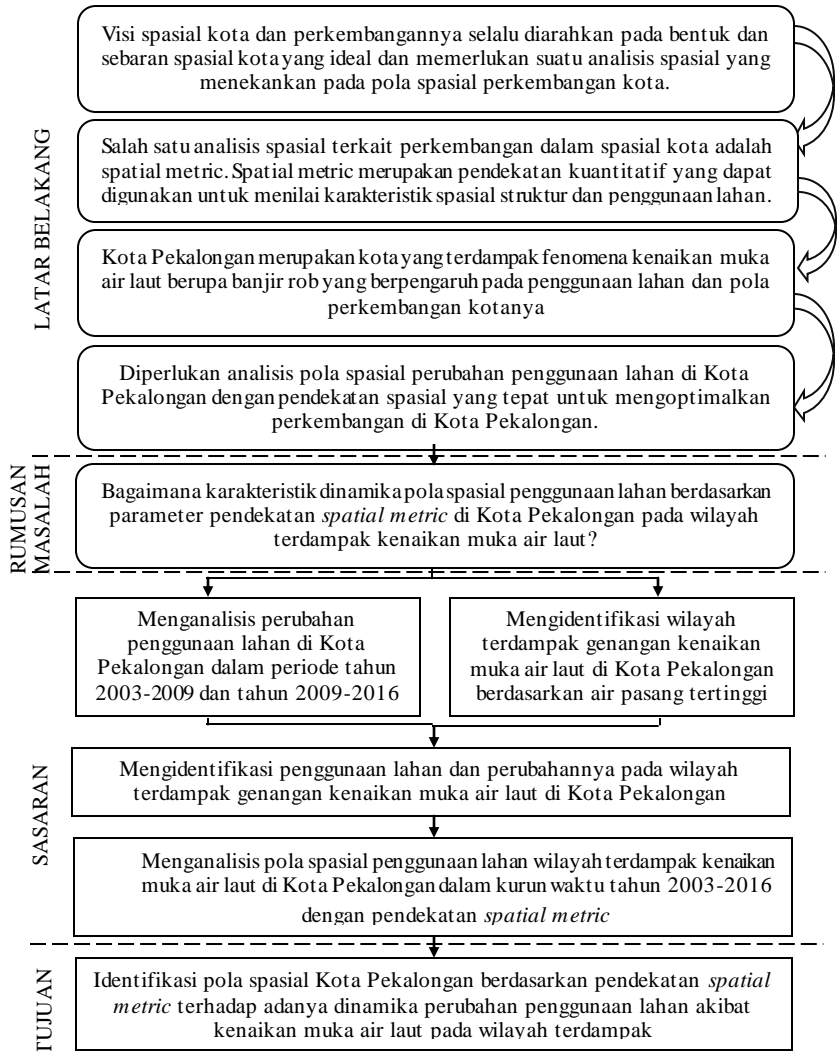
### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**  
Berisi latar belakang studi, rumusan masalah penelitian, tujuan serta sasaran, ruang lingkup materi bahasan dan wilayah, serta sistematika penulisan dari penelitian.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**  
Berisi hasil studi literatur teoritis dan normatif yang berupa dasar-dasar teori dan referensi yang terkait dengan obyek penelitian
- **BAB III METODE PENELITIAN**  
Bab ini berisi tentang pendekatan dan tahapan yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan tujuan penelitian. Bagian ini antara lain terdiri dari pendekatan penelitian, jenis penelitian, teknik sampling, pengumpulan data, organisasi variabel, teknik analisis data, dan tahapan analisis yang digunakan dalam penelitian.
- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**  
Bab ini berisi hasil data atau informasi dan pembahasan analisis antara lain mengenai gambaran umum Kota Pekalongan dan hasil analisis yang diperoleh berdasarkan metode yang telah dibahas.

- BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI  
Memuat rincian tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian serta rekomendasi dari hasil penelitian yang diberikan ke beberapa pihak terkait.

## 1.7 Kerangka Berpikir



**Gambar 1.1 Kerangka Berpikir**

*Sumber: Penulis, 2016*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penggunaan Lahan**

##### **2.1.1 Pengertian**

Setiap wilayah tidak bisa lepas dari lahan dan penggunaannya. Lahan adalah bagian dari ruang, karena lahan merupakan suatu tanah yang sudah ada pemanfaatan dan peruntukannya (Amin, 2008). Setiap lahan memiliki penggunaan masing-masing, terdapat beberapa klasifikasi dalam penggunaan lahan tersebut. Yusran dalam Nugroho (2013) mengemukakan bahwa penggunaan lahan adalah pengaturan dan penggunaan suatu peruntukkan lahan yang meliputi penggunaan di permukaan bumi. Penggunaan lahan juga dapat diartikan sebagai setiap bentuk campur tangan manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhannya masing-masing (Arsyad, 2011). Dari beberapa pernyataan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan lahan merupakan suatu kegiatan dan peruntukkan atas setiap lahan yang ada. Dalam konteks perencanaan wilayah dan kota, penggunaan lahan merupakan suatu bagian yang penting. Ketersediaan informasi tentang penggunaan lahan dapat menjadi bahan untuk beberapa program seperti pengelolaan sumber daya alam, perencanaan perkotaan, monitoring di bidang pertanian, dan lain sebagainya. Karakteristik dari penggunaan lahan ditekankan pada jenis dari pemanfaatan lahannya yang terdiri dari ekspresi spasial kegiatan manusia atas lahan tersebut (Pontang & Fitria, 2012). Penggunaan lahan adalah suatu yang tidak statis, tetapi dinamis dan dapat terus berubah tergantung dari faktor penyebabnya (Pratomoatmojo, 2012). Sifat dinamis dari penggunaan lahan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan peruntukkan tata guna lahan.

##### **2.1.2 Perubahan Penggunaan Lahan**

Perubahan penggunaan lahan adalah beralihnya suatu jenis penggunaan lahan tertentu menjadi jenis penggunaan lahan yang

lain dan perubahan tersebut dapat secara parsial ataupun keseluruhan (Prasetiawan, 2001). Perubahan penggunaan lahan meliputi pergeseran penggunaan lahan menuju penggunaan lahan yang berbeda atau penambahan pada penggunaan lahan yang sudah ada (Nilda, 2014). Dalam perkembangannya, perubahan pemanfaatan lahan menjadi suatu hal yang alamiah dalam suatu perkembangan kota. Perubahan suatu penggunaan lahan akan berpengaruh pada perubahan jenis penggunaan lahan yang lainnya. Sifat luasan lahan di suatu wilayah adalah tetap, ketika ada suatu perubahan penggunaan lahan akan menyebabkan berkurangnya atau bertambahnya luasan penggunaan lahan yang lainnya (Assyaur dkk., 2008). Dapat digaris bawahi bahwa perubahan penggunaan lahan merupakan pergeseran fungsi dari suatu jenis penggunaan lahan dan berpengaruh pada penggunaan lahan lainnya. Setiap perubahan dari suatu penggunaan lahan akan membawa dampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan masyarakat di sekitarnya. Dampak yang timbul bisa dampak positif maupun dampak negatif (Amin, 2008).

### **2.1.3 Faktor Penyebab Perubahan Penggunaan Lahan**

Perubahan penggunaan lahan selalu disebabkan atau dipicu oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi satu sama lain. Faktor atau pemicu perubahan penggunaan lahan sering disebut dengan istilah *driving force*. Setiap penggunaan lahan akan mendapatkan jenis *driving force* yang berbeda. Pengaruh dari *driving force* bisa secara langsung atau secara tidak langsung. Ada banyak faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan suatu lahan. Dinamika dari perubahan penggunaan lahan yang ada sangat dipengaruhi oleh faktor manusia dan fisik seperti topografi di wilayah tersebut (Shofiana, Subardjo, & Pratikto, 2013). Yusran dalam Nugroho (2013) mengklasifikasi penyebab terjadinya perubahan penggunaan lahan pada kawasan perkotaan kedalam 3 faktor yaitu:

- Faktor manusia: kebutuhan manusia akan tempat tinggal, potensi manusia, finansial, sosial budaya, dan teknologi.

- Faktor fisik kota: pusat kegiatan sebagai pusat pertumbuhan kota, dan jaringan transportasi sebagai aksesibilitas kemudahan pencapaian.
- Faktor bentang alam: kemiringan lereng dan ketinggian lahan.

Barlowe dalam (Muiz, 2009) menyatakan bahwa dalam menentukan penggunaan lahan terdapat tiga faktor penting yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor fisik lahan, faktor ekonomi dan faktor kelembagaan. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi juga berkaitan dengan kesesuaian lahan pada lokasi tersebut untuk suatu jenis penggunaan lahan tertentu (Nugroho, 2013). Wilayah dengan tingkat perkembangan yang pesat dan labil, penggunaan lahan bersifat lebih dinamis. Dinamika tingkat perkembangan ini disebabkan oleh faktor utamanya yaitu faktor manusia dan faktor alam itu sendiri yang mudah berubah dalam keadaan tersebut. Perubahan yang berasal dari faktor manusia antara lain dipicu oleh tingkat aksesibilitas, laju pertumbuhan penduduk, jarak terhadap pusat kegiatan dan infrastruktur. Faktor dari alam antara lain yaitu iklim dan erosi yang mempengaruhi perubahan di lahan yang labil terutama di daerah pesisir dan aliran sungai (Hildaliyani, 2011). Dari pernyataan yang sudah ada dapat disimpulkan bahwa penggunaan lahan bersifat dinamis dan dapat berubah tergantung dari *driving force* yang ada. Salah satu penyebab utama dalam perubahan penggunaan lahan adalah dari faktor fisik dan lingkungan dari penggunaan lahan tersebut.

#### **2.1.4 Sistem Informasi Geografis dalam Penggunaan Lahan**

Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*) merupakan suatu sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial atau keruangan. Burrough dalam (Raharjo & Ikhsan, 2015) menyatakan bahwa GIS adalah sistem informasi berbasis komputer dengan data spasial dan geografis. Penggunaan SIG dalam kurun waktu terakhir ini telah

mengalami banyak perkembangan. Implementasi penggunaan SIG dapat dikaitkan dengan sistem perencanaan spasial yang lebih baik (Darmawan, 2011). Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa adanya SIG dapat digunakan sebagai *tools* yang membantu dalam konteks spasial. Penggunaan SIG dalam pengolahan data spasial akan sangat berguna bagi analisis penggunaan lahan dan dinamika pola spasialnya. Dalam hal ini perubahan penggunaan lahan dapat diidentifikasi secara spasial melalui SIG. Perubahan penggunaan lahan umumnya dapat diamati dari dimensi waktu yang berbeda dengan menggunakan data-data spasial dari peta dan data-data hasil proses pengindraan jauh (Nilda, 2014). Jika dikaitkan dengan produk perencanaan, penggunaan SIG dapat mempertajam akurasi dalam penyusunannya. Rencana pemanfaatan lahan merupakan acuan dalam pengarahannya pengembangan pembangunan kota dan pengendalian pemanfaatan lahan kota. Semakin akurat dan lengkap informasi spasial yang tersedia, maka hasil perencanaan juga menjadi semakin akurat dan tepat sasaran.

**Tabel 2.1** Kajian Teori Penggunaan Lahan

NO	SUMBER	INDIKATOR YANG TERDAPAT DALAM TEORI
1.	Prasetyawan, 2001	Perubahan penggunaan lahan
	Nilda, 2014	
2.	Assyakur, dkk, 2010	Luasan penggunaan lahan
3.	Amin, 2008	Dampak perubahan penggunaan lahan
4.	Shofiana, dkk, 2013	Faktor perubahan penggunaan lahan

*Sumber: Hasil kajian pustaka, 2016*

## 2.2 Kenaikan Muka Air Laut

### 2.2.1 Pengertian

Kenaikan muka air laut dapat didefinisikan sebagai peningkatan tinggi muka air laut. Kenaikan muka laut merupakan fenomena naiknya muka air laut terhadap rata-rata muka laut akibat

pertambahan volume air laut. Perubahan tinggi air laut secara periodik dapat dilihat dari fenomena pasang surut air laut (Hildaliyani, 2011). Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan kenaikan muka air terhadap muka air diam, kenaikannya tersebut biasa disebut dengan *wave set-up* (Triatmodjo, 1999). Dalam buku Teknik Pantai (Triatmodjo, 1999) jenis elevasi muka air laut terbagi menjadi:

1. Muka air tinggi (*high water level*), muka air yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut
2. Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun
5. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
7. Air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Beberapa definisi muka air tersebut banyak digunakan dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan (Triatmodjo, 1999). Kenaikan muka air laut yang terus bertambah dan akan mengancam daerah-daerah pesisir sehingga menimbulkan kerugian (Tiani Wahyu & Nur, 2015). Kenaikan muka air laut yang tinggi akan menyebabkan banjir pasang yang biasanya disebut banjir rob. Terdapat beberapa kategori pasang air laut, diantaranya



adalah pasang purnama dan pasang perbani. Pasang purnama terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus dan pada saat itu akan dihasilkan kenaikan pasang air laut yang sangat tinggi. Pasang purnama biasanya terjadi pada saat bulan baru dan bulan purnama. Pasang perbani terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari membentuk sudut tegak lurus dan pada saat itu akan dihasilkan kenaikan pasang air laut yang rendah (Hildaliyani, 2011).

Kenaikan muka air laut tidak bisa lepas dari pasang surut air laut. Definisi pasang-surut dalam buku Teknik Pantai menurut (Triatmodjo, 1999) adalah, fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda – benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Selain itu pasang surut dapat di definisikan sebagai pergerakan permukaan air laut arah vertikal. Posisi dari bumi dan bulan akan mempengaruhi besar kecilnya pasang surut air laut. Besar kecil dan periode pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Pasang surut mudah diprediksi dan diukur baik besar maupun waktu terjadinya (Triatmodjo, 1999). Tujuan pengolahan data pasang surut adalah untuk menentukan prediksi nilai rata-rata muka laut yang hasilnya dijadikan bahan prediksi nilai pasang tertinggi (Arief, Purnama, & Aditya, 2012). Pada masa yang akan datang, kenaikan muka air laut diprediksikan akan semakin tinggi dengan adanya faktor kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah yang terjadi.

### **2.2.2 Penyebab Kenaikan Muka Air Laut**

Secara umum, kenaikan muka air laut merupakan dampak dari pemanasan global yang terjadi. Proses alam yang meliputi kenaikan muka air laut karena suhu global membentuk variasi muka air laut dengan periode panjang (Triatmodjo, 1999). Laju perubahan iklim yang signifikan tiap tahunnya menyebabkan bencana kenaikan muka air laut (Hidayat, 2012). Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Peningkatan kenaikan muka air laut tersebut berasal dari

pemuaian air laut dan mencairnya gunung-gunung es di kutub akibat suhu yang meningkat. Sedangkan menurut (Hildaliyani, 2011), banjir pasang juga disebabkan oleh berbagai faktor sebagai berikut:

- a. Faktor-faktor alam, seperti iklim (angin, durasi dan intensitas curah hujan yang sangat tinggi), oseanografi (pasang surut dan kenaikan permukaan air laut), kondisi geomorfologi (dataran rendah/perbukitan, ketinggian, dan lereng, bentuk sungai), geologi dan genangan. Ditambah kondisi hidrologi (siklus, kaitan hulu-hilir, kecepatan aliran).
- b. Kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan tata ruang yang berdampak pada perubahan alam. Aktivitas manusia yang sangat dinamis, seperti pembabatan hutan mangrove (bakau) untuk daerah hunian, konversi lahan pada kawasan lindung, pemanfaatan sungai/saluran untuk permukiman, pemanfaatan wilayah retensi banjir, perilaku masyarakat, dan sebagainya.
- c. Degradasi lingkungan seperti hilangnya tumbuhan penutup lahan pada *catchment area*, pendangkalan sungai akibat sedimentasi, penyempitan alur sungai, dan sebagainya.
- d. Jebolnya tanggul pembatas antara daratan dan lautan

### **2.2.3 Dampak Kenaikan Muka Air Laut**

Suatu kota yang berada pada wilayah pesisir sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut. Kenaikan muka air laut merupakan permasalahan yang harus dihadapi Kobayashi dalam Marfai dkk, (2013). Kenaikan muka air laut yang menjadi banjir rob menggenangi daerah yang lebih rendah dan menimbulkan dampak negatif (Wirasatriya, Hartoko, & Suripin, 2006). Dampak genangan kenaikan air laut akan semakin terasa dengan bertambahnya luas genangan dari tahun ke tahun (Arief dkk., 2012). Kenaikan muka air laut dapat menimbulkan berbagai permasalahan diantaranya adalah rusaknya infrastruktur perkotaan, intrusi air asin, terganggunya kegiatan sosial ekonomi,

berkurangnya luas daratan dan tenggelamnya pulau-pulau dengan morfologi pantai yang landau (Nugroho, 2013). Fenomena kenaikan muka air laut juga memberikan dampak negatif terhadap wilayah permukiman pesisir dan mengancam daerah perkotaan yang rendah dengan merusak lahan produktif. Kenaikan muka air laut juga dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan dan prasarana yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru dan kondisi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan (Shofiana dkk., 2013). Air laut yang terlalu lama menggenang di permukaan tanah akan mempengaruhi kesuburan tanah dan sifat tanah. Genangan air laut dapat meningkatkan salinitas tanah dan berakibat pada penurunan kesuburan tanah sehingga tidak dapat dimanfaatkan lagi sebagai lahan budidaya.

**Tabel 2.2** Kajian Teori Kenaikan Muka Air Laut

NO	SUMBER	INDIKATOR YANG TERDAPAT DALAM TEORI
1.	Triatmodjo, 1999	Fenomena pasang surut air laut
2.	Triatmodjo, 1999	Elevasi muka air laut
3.	Hildaliyani, 2011	Penyebab banjir pasang
4.	Arief, Purnama, & Aditya, 2012	Dampak kenaikan muka air laut
	Nugroho, 2013	
	Shofiana dkk, 2013	

*Sumber: Hasil kajian pustaka, 2016*

## 2.3 Pola Spasial Penggunaan Lahan

### 2.3.1 Pengertian

Pola spasial adalah sesuatu yang menunjukkan penempatan atau susunan benda-benda di permukaan bumi (Jay Lee, 2001). Pola dapat diketahui karena pengaturannya, seperti sekumpulan titik atau garis. Pola spasial akan menjelaskan bagaimana fenomena geografis terdistribusi dan bagaimana perbandingannya dengan fenomena fenomena lainnya. Suatu kota

memiliki pola spasial masing-masing sesuai dengan karakteristik wilayahnya. Salah satu bentuk pola spasial yang dapat diamati adalah penggunaan lahannya. Kota merupakan stuktur paling kompleks dan dapat ditandai dengan kompleksitas pola penggunaan lahannya (Murayama & Thapa, 2011). Pola penggunaan lahan merupakan refleksi kehidupan dan kegiatan di wilayah tersebut (Mahendra, 2007). Dari pola spasial penggunaan lahan dapat diketahui penyebaran dan pencampuran penggunaan lahan yang ada. Pola spasial penggunaan lahan merupakan salah satu indikator perkembangan wilayah. Suatu wilayah dikatakan berkembang apabila memiliki indeks yang tinggi dan penggunaan lahan yang optimal. (Gemilang, 2008). Dalam identifikasi bentuk morfologi kota mulai mulai mempelajari struktur spasial kota tiap tahunnya dan interaksi penduduk dalam penggunaan lahannya (Kropf, 2009 dalam Reis, Silva, & Pinho, 2015)

Aguilera dkk, (2011) mengemukakan bahwa terdapat hubungan antara karakteristik spasial dan proses pertumbuhan kota yang berbeda. Pola-pola ini ditandai dari segi bentuk sebagai serta jenis penggunaan lahan. Berdasarkan karakteristik penggunaan lahan perkotaan terdapat empat pola perkotaan yaitu *aggregated pattern*, *linear patter*, *leapfrogging*, dan *nodal pattern*. Proses perkembangan spasial kota dapat diarahkan ke bentuk ideal yang dikehendaki melalui beberapa elemen lingkungannya (Yunus, 2005). Jika kecenderungan perkembangan spasial mengarah ke dampak negatif, tindakan pencegahan perlu dilakukan. Pola spasial kota yang ada pada saat ini merupakan produk sekaligus merupakan proses yang mana pembentukkan penggunaan lahan kota sudah berjalan dalam waktu yang lama (Yunus, 2005).

### **2.3.2 Perkembangan dan Pertumbuhan Kota**

Kota merupakan sebuah sistem yang bersifat dinamis dan dapat terpengaruh terhadap lingkungan fisik seperti iklim (Irwan, 2005). Kota selalu berkembang seiring dengan dinamika ada di kota tersebut. Tanda perkembangan kota dapat dilihat dari perluasan kota dari suatu proses dalam kurun waktu tertentu. Dalam konteks perkembangan kota, ada 3 konsep yang berbeda

dalam literatur perencanaan wilayah dan kota, yaitu terkait dengan perubahan penduduk, kinerja ekonomi, dan perluasan spasial daerah perkotaan (Reis dkk., 2015). Ekspansi kota merupakan istilah paling umum dalam perkembangan kota. Prediksi spasial ekspansi perkotaan dibutuhkan dalam pembuatan kebijakan terkait pengendalian pertumbuhan kota dan faktor pendorongnya. Inti dari hal tersebut adalah kota selalu berkembang dengan berbagai faktor dan diperlukan pengendalian terkait hal tersebut. Upaya manajemen spasial kota dapat digunakan untuk menciptakan kondisi spasial kota menuju ke arah pembangunan berkelanjutan (Yunus, 2005). Salah satu teknis dalam manajemen spasial kota tersebut adalah dengan menciptakan pemanfaatan lahan secara efisien dalam arahan pengelolaan kota.

Pada dasarnya terdapat dua macam bentuk spasial kota, yaitu bentuk yang kompak dan bentuk yang tidak kompak (Yunus, 2005). Bentuk fisik morfologi kota dapat dijadikan dasar dalam pembentukan spasial kota yang ideal. Peningkatan fokus pada pembangunan berkelanjutan telah memperkuat pentingnya dimensi fisik perkotaan (Jose, Silva, & Pinho, 2015). Ada tiga indikator yang dapat digunakan untuk mencermati morfologi kota, yaitu indikator kekhasan penggunaan lahan, pola bangunan dan fungsinya, dan kekhasan pola sirkulasi (Smailes, 1981 dalam Yunus, 2005). Salah satu proses dinamis dalam suatu kota adalah adanya suatu fragmentasi di kota tersebut. Fragmentasi adalah proses pemecahan suatu tipe penggunaan lahan menjadi bidang-bidang lahan yang lebih kecil dan mengubah karakteristik kota (Gunawan & Prasetyo, 2013). Fragmentasi dapat diukur melalui beberapa ukuran yang digunakan untuk mengkuantifikasikan fragmentasi kota.

### **2.3.3 Spatial Metric**

*Spatial metric* dapat didefinisikan sebagai suatu pengukuran heterogenitas spasial peta-peta tematik pada skala dan resolusi tertentu. *Spatial metric* dapat digunakan sebagai alat dalam mengkuantitatifkan struktur perkotaan dari data geospasial (Minh Hai & Yamaguchi, 2007). Pendekatan ini diadaptasi dari *landscape*

*metric* untuk mengungkapkan karakteristik spasial pola perkotaan (Reis dkk., 2015). Penggunaan *spatial metric* dapat mengungkapkan ciri bentuk perkotaan seperti dalam studi ekologi lanskap dan dapat menunjukkan ciri dan proses dari perkembangan suatu perkotaan (Aguilera dkk., 2011). Menurut Herold, dkk (2003) *spatial metric* dapat dihubungkan dengan berbagai model perkotaan dan berperan dalam proses pola spasial penggunaan lahan. *Spatial metric* secara eksplisit dapat dihitung sebagai indeks *patch* seperti ukuran, bentuk, panjang tepi, kepadatan, ataupun sebagai indeks berbasis *pixel*. *Spatial metric* telah digunakan untuk berbagai tujuan yang berbeda, seperti karakteristik pola perkotaan dalam rangka mendukung kebijakan perencanaan, membandingkan pola fisik kota atau wilayah yang berbeda, dan memahami pola spasial-temporal pembangunan perkotaan (Reis dkk., 2015).

Aspek yang menjadi prinsip dalam representatif sampel dalam penghitungan *spatial metric* adalah *patch*, *class*, dan *landscape* yang merupakan tingkatan metrik. Terkait pertumbuhan kota, terdapat berbagai metrik spasial dalam menangani beberapa pola spasial yang paling penting untuk diidentifikasi. Namun perlu disesuaikan dengan kondisi tertentu dari pertumbuhan kota dalam studi kasus yang berbeda dan untuk skala spasial yang berbeda. Istilah yang penting dalam analisis menggunakan *spatial metric* adalah *patch* yang merupakan komponen dalam perhitungannya. Patch didefinisikan sebagai *polygon* terkecil dengan karakteristik yang homogen dalam suatu wilayah, seperti lahan industri, taman, atau sepetak sawah (Murayama & Thapa, 2011). *Patch* merupakan unit dasar dalam analisis dan bisa memiliki batas yang jelas atau tidak jelas.

### **2.3.4 Penggunaan *Spatial Metric* dalam Analisis Dinamika Perkotaan**

Ketika beberapa literatur yang ada membahas mengenai kegunaan *spatial metric* dalam penelitian perkotaan, mayoritas fokus dalam membahas 2 kategori heterogenitas kota, yaitu area

terbangun dan area tidak terbangun (Murayama & Thapa, 2011). Tantangan utama dalam penggunaan *spatial metric* adalah pada pilihan *metric* yang digunakan. Adaptasi atau kombinasi dari beberapa metrik spasial atau indikator campuran dapat memberikan penilaian yang lebih holistik dan akurat dalam identifikasi pola pertumbuhan pada skala spasial yang berbeda (Reis dkk., 2015). Perbedaan hasil dari *spatial metric* merefleksikan informasi spasial yang spesifik terkait perkembangan kota dalam kurun waktu tertentu seperti penggunaan *class area* (CA) yang dapat menunjukkan pertambahan *urban area*. Sejak tahun 1980an, jumlah *metric* dalam *spatial metric* telah dikembangkan untuk beberapa variasi penggunaan (Herold dkk., 2003). Reis dkk., (2015), mengelompokkan setiap *metric* dari *spatial metric* yang pernah digunakan untuk penelitian terkait perkembangan kota berdasarkan kesamaan fungsi dari setiap *metric* yang menjadi variabel perkembangan kota. Kategori *metric* tersebut antara lain adalah shape *irregularity*, *fragmentation*, *diversity*, dan *metric* lainnya. Setiap kategori tersebut menjadi faktor dalam perkembangan kota dan mempunyai beberapa variabel berupa *metric-metric* yang masuk dalam kategori tersebut. Untuk *fragmentation*, pengukuran terkait tingkat agregasi dan fragmentasi penggunaan lahan seperti permukiman. *Metric* yang paling sering digunakan untuk mengukur fragmentasi adalah *mean patch size*, *number of patches*, *patch density* dan *contagion index*. Kategori *diversity* berfokus pada komposisi dari sebuah kota dibanding bentuknya. *Metric* yang paling sering digunakan adalah *shannon's diversity* dan *evenness indexes* (Reis dkk., 2015).

Contoh pengaplikasian *spatial metric* dalam lingkup perkotaan adalah dalam penelitian (Minh Hai & Yamaguchi, 2007), yang berfokus pada salah satu variabel *spatial metric* yaitu *metric Percentage of Like AdjScencies* (PLADJ) untuk menentukan peta pola urbanisasi. Nilai PLADJ sama dengan 0 ketika tidak ada kedekatan pola pemisahan dalam suatu kelas. Sebaliknya nilai PLADJ sama dengan 100 ketika daerah yang

dihitung mencakup satu kelas atau semua kedekatan berada di kelas yang sama. Penelitian tersebut mengadaptasi 3 pola perkembangan kota, yaitu *ilfill*, *expansion*, dan *outlying*. Penelitian tersebut menerapkan PLADJ untuk menyelidiki pertumbuhan kota yang terjadi. Jika hasilnya menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah, maka dapat diinterpretasikan bahwa fragmentasi tinggi atau sejumlah besar unit individu perkotaan seperti permukiman akan muncul di peta. *Metric* yang paling umum digunakan untuk studi perkotaan adalah *class area*, *percentage of landscape*, *edge density*, *landscape shape index*, *mean patch size*, dan *number of patches*, *largest patch index*, *total edge*. *Metric-metric* tersebut cukup untuk menganalisis suatu informasi kuantitatif terkait pola spasial dinamika pertumbuhan perkotaan.

**Tabel 2.3.** Kajian Teori Pola Spasial Penggunaan Lahan

NO	SUMBER	INDIKATOR YANG TERDAPAT DALAM TEORI
1.	Gemilang, 2008	Pola penggunaan lahan
	Mahendra, 2007	
2.	Yunus, 2005	Manajemen spasial kota
3.	Yunus, 2005	Bentuk spasial kota
4.	Herold, dkk, 2003	Model perkotaan dalam spatial metric
5.	Muyarama & Thapa, 2011	Heterogenitas kota
6.	Reis dkk, 2015	Kategori spatial metric dalam perkembangan kota

*Sumber: Hasil kajian pustaka, 2016*

## 2.4 Studi Penelitian Terdahulu

### 2.4.1 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir Kota Pekalongan Menggunakan Data Landsat 7 ETM+ (Shofiana, dkk, 2013)

Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui luasan dan penyebab perubahan penggunaan lahan wilayah pesisir Kota Pekalongan tahun 1999 - 2012 menggunakan data citra satelit Landsat 7 ETM+. Penelitian ini menggunakan metode *unsupervised classification* dengan menggunakan perangkat



lunak *Er Mapper* 7.0 Kemudian dilakukan analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan metode tumpang susun (*overlay*) peta penggunaan lahan tahun 1999, 2006, dan 2012 dengan bantuan perangkat lunak *ArcGis* 9.3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan pesisir Kota Pekalongan dari tahun 1999 - 2012 menunjukkan penggunaan lahan genangan merupakan yang terluas mengalami perubahan penambahan yang disebabkan oleh terjadinya bencana rob di daerah penelitian. Sedangkan lahan kosong adalah penggunaan lahan terluas yang mengalami pengurangan dan dipengaruhi oleh faktor manusia seperti pertambahan penduduk, peningkatan ekonomi dan juga dipengaruhi oleh faktor fisik seperti topografi, dan jenis tanah. Kemudian penyebab perubahan penggunaan lahan karena sifat lahannya sendiri yang paling banyak terjadi, karena pengaruh alam seperti genangan rob yang melanda di beberapa kelurahan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan penggunaan lahan pesisir Kota Pekalongan dari tahun 1999 - 2012 terjadi secara dinamis di setiap jenis penggunaan lahannya.

#### ***2.4.2 Land Use Change Modelling Under Tidal Flood Scenario By Means Of Markov-Cellular Automata In Pekalongan Municipal (Pratomoatmojo, 2012)***

Penelitian tersebut mencoba untuk membuat metodologi baru untuk memprediksi penggunaan lahan di masa depan yang juga memperhitungkan fenomena banjir pesisir menggunakan *Markov- Cellular Automata*. Model penggunaan lahan di masa depan disusun oleh multi-variabel faktor pendorong untuk setiap perubahan penggunaan lahan, peta kesesuaian untuk setiap penggunaan lahan dan tergantung pada probabilitas perubahan selama dua periode. Faktor penghambat dalam penelitian ini merupakan kerentanan dan tingkat kerugian karena air banjir yang menggenangi setiap penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Dalam rincian lebih lanjut, penelitian ini menunjukkan dinamika peta transisi yang disebabkan oleh tingkat kerentanan penggunaan lahan karena banjir. Markov probabilitas juga digunakan dalam penelitian ini untuk mengeksplorasi kemungkinan perubahan

penggunaan lahan 2003-2009 di Kota Pekalongan. Kombinasi AHP (*Analytical Hierarchical Process*) dan *Fuzzy Set* dimanfaatkan untuk memberikan pemahaman yang baik tentang peta kesesuaian untuk setiap penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Dalam penelitian ini penggunaan lahan telah diprediksikan hingga tahun 2030, sementara prediksi 2012 digunakan sebagai kalibrasi dan validasi model. Berdasarkan model yang dihasilkan, pada tahun 2030, beberapa penggunaan lahan baru muncul dan terjadi penambahan dan pengurangan dari setiap jenis penggunaan lahan di Kota Pekalongan.

#### **2.4.3 Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan (Marfai, dkk, 2013)**

Penelitian tersebut mempunyai tujuan antara lain adalah untuk mengidentifikasi sebaran spasial bahaya banjir genangan di Pesisir Pekalongan, mengidentifikasi dampak lingkungan banjir genangan di Pesisir Pekalongan, dan merumuskan pengelolaan pesisir berbasis analisis distribusi spasial bahaya dan dampak banjir rob di Pesisir Pekalongan. Analisis banjir di daerah pesisir dilakukan dengan pemetaan bahaya banjir menggunakan GIS (*Geographic Information System*). Pemetaan bahaya banjir dikembangkan dengan mengintegrasikan operasi GIS dengan DEM (*Digital Elevation Model*). Skenario genangan banjir dihasilkan berdasarkan pasang tertinggi dari skenario kenaikan muka air laut oleh IPCC 2007, tinggi genangan mencapai hingga 135 mm. Hal tersebut untuk mendapatkan scenario terburuk untuk merumuskan rencana pengelolaan pesisir di masa yang akan datang. Area genangan yang paling luas terjadi di Kecamatan Pekalongan Utara yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemukiman dan sawah beririgasi bidang adalah daerah tergenang terluas banjir pasang. Banjir rob berdampak besar terhadap lingkungan, antara lain kerusakan infrastruktur, kerusakan lahan pertanian dan tambak serta pencemaran tanah dan air. Kerusakan terjadi pada

infrastruktur berupa jalan, permukiman dan sanitasi. Kerusakan lahan pertanian dan tambak dapat memberikan dampak lebih lanjut yaitu penurunan produktifitas pangan.

#### **2.4.4 *Landscape Metrics In The Analysis Of Urban Land Use Patterns: A Case Study In A Spanish Metropolitan Area* (Aguilera, dkk, 2010)**

Penelitian tersebut berfokus pada kawasan metropolitan menengah Granada, Spanyol, dan mengeksplorasi penggunaan *spatial metric* untuk mengukur perubahan dalam pola pertumbuhan kota yang tercermin dalam tiga skenario masa depan. Skenario yang disimulasikan dengan model yang didasarkan pada *Cellular Automata*, yang direproduksi tiga proses pertumbuhan kota (agregasi, pemadatan, dan dispersi) dan empat pola pertumbuhan kota (agregat, linear, lompatan, dan nodal). Skenario dievaluasi dengan *metric* yang diukur perubahan karakteristik spasial proses perkotaan. Pendekatan yang digunakan berkisar dari deskripsi belaka dinamika lanskap perkotaan untuk aplikasi dan alat untuk perbandingan skenario pertumbuhan perkotaan. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi tiga skenario masa depan yang menunjukkan proses spasial yang berbeda dari pertumbuhan perkotaan. Proses tersebut dihitung dengan *spatial metric*, yang memungkinkan untuk mengukur perubahan pola pendudukan perkotaan yang terkait dengan masing-masing skenario. Hasil yang diperoleh menggambarkan kegunaan *spatial metric* untuk perencanaan penggunaan lahan metropolitan dan juga dapat digunakan untuk mengevaluasi konsekuensi spasial kebijakan perencanaan kota dan skenario masa depan, berdasarkan karakterisasi proses spasial, seperti dispersi perkotaan, agregasi, pertumbuhan linear, dan konsekuensi lingkungan utama.

#### **2.4.5 *Land Use Changes Analysis for Kelantan Basin Using Spatial Matrix Technique “Patch Analyst” in Relation to Flood Disaster* (Ismail dan Husain, 2011)**

Penelitian tersebut mengali tingkat perubahan penggunaan lahan menggunakan *Geographic Information System*

(GIS) dan analisis spasial untuk menentukan daerah dan jenis penggunaan lahan yang mengalami perubahan. Masalah tersebut diselesaikan melalui hasil studi dengan teknik analisis spasial yang diadaptasi dari teknik *Patch Density & Size Metrics* (*Mean Patch Size*), *Edge Metrics Total Edge* (TE), *Edge Density* (ED), *Mean Perimeter-Area Ratio* (Mpar) dan *Shannon's Diversity Index* (SHDI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, perubahan penggunaan lahan telah terjadi secara signifikan di daerah penelitian untuk periode 20 tahun dan semua analisis memverifikasi bahwa ada peningkatan patch untuk setiap uji statistik. Selain itu, penelitian tersebut mengkaji hubungan antara penggunaan lahan dengan frekuensi peningkatan bencana banjir dan variabel intensitas yang selalu terjadi di Kelantan.

### 2.4.6 Keterkaitan Penelitian Terdahulu

Dari penelitian-penelitian terdahulu di dapat beberapa keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Keterkaitan tersebut dapat berupa tujuan dari penelitian yang berkaitan, metode analisis yang digunakan, dan hasil penelitian yang ada. Keterkaitan tersebut nantinya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini.

**Tabel 2.4.** Penelitian-penelitian Terdahulu

PENULIS	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN PENELITIAN	METODE ANALISIS	HASIL PENELITIAN
Shofiana, dkk, 2013	Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir Kota Pekalongan Menggunakan Data Landsat 7 ETM+	Untuk mengetahui luasan dan penyebab perubahan penggunaan lahan wilayah pesisir Kota Pekalongan tahun 1999 - 2012	– <i>Unsupervised classification</i> – <i>Overlay GIS</i>	– Faktor penyebab perubahan penggunaan lahan – Perubahan penggunaan lahan pesisir Kota Pekalongan dari tahun 1999 – 2012
Pratomoatmojo, 2012	<i>Land Use Change Modelling Under Tidal Flood Scenario By Means Of Markov-Cellular Automata In Pekalongan Municipal</i>	Untuk memprediksikan penggunaan lahan di masa depan yang juga memperhitungkan fenomena banjir Rob di Kota Pekalongan	– <i>AHP (Analytical Hierarchical Process)</i> – <i>Cellular Automata</i>	– Prediksi penggunaan lahan Kota Pekalongan tahun 2030
Marfai, dkk, 2013	Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan	Untuk merumuskan pengelolaan pesisir berbasis	– <i>Neighbourhood operation</i>	– Model genangan banjir pesisir Pekalongan

PENULIS	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN PENELITIAN	METODE ANALISIS	HASIL PENELITIAN
	Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan	analisis distribusi spasial bahaya dan dampak banjir rob di Pesisir Pekalongan.	– <i>Superimpose</i>	– Dampak genangan banjir rob pesisir Pekalongan
Aguilera, dkk, 2010	<i>Landscape Metrics In The Analysis Of Urban Land Use Patterns: A Case Study In A Spanish Metropolitan Area</i>	Untuk mengukur perubahan dalam pola pertumbuhan kota yang tercermin dalam tiga skenario masa depan	– <i>Cellular Automata</i> – <i>Spatial Metric</i>	– Kegunaan metrik spasial untuk perencanaan penggunaan lahan metropolitan – Evaluasi konsekuensi spasial kebijakan perencanaan kota dan skenario masa depan
Ismail dan Hussain, 2011	<i>Land Use Changes Analysis for Kelantan Basin Using Spatial Matrix Technique "Patch Analyst" in Relation to Flood Disaster</i>	Untuk menggali tingkat perubahan penggunaan lahan menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan analisis tata ruang metrik keruangan	- <i>Geographic Information System (GIS)</i> - <i>Spatial Metric</i>	- Perubahan penggunaan lahan penelitian periode 20 tahun - Penyebab peningkatan intensitas bencana banjir di wilayah penelitian

Sumber: Penulis, 2016

## 2.5 Sintesa Pustaka

Faktor dan variabel dalam penelitian ini dikelompokkan dalam konteks setiap sasaran untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, istilah faktor adalah parameter dari kriteria yang diteliti, namun belum dapat diukur sedangkan variabel adalah *measurement* atau alat ukur setiap faktor dalam penelitian ini. Kemudian konteks merupakan induk pembahasan dari beberapa indikator. Dalam penelitian ini, terdapat 3 konteks yang menjadi pokok pembahasan sesuai dengan tinjauan pustaka yang telah dilakukan yaitu penggunaan lahan, kenaikan muka air laut, dan pola spasial penggunaan lahan. Berikut adalah sintesa kajian pustaka terkait konteks penggunaan lahan.

**Tabel 2.5.** Hasil Sintesa Kajian Pustaka Penggunaan Lahan

SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dalam periode tahun 2003-2009 dan tahun 2009-2015</li> <li>- Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan</li> </ul>	Perubahan penggunaan lahan	Sebaran jenis perubahan penggunaan lahan	Letak dan jenis penggunaan lahan yang berubah
		Luasan perubahan penggunaan lahan	Besarnya luas setiap jenis penggunaan lahan yang berubah

*Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2016*

Penggunaan lahan merupakan suatu aspek yang sangat penting dalam perkembangan kota. Variabel fisik dan keruangan perlu dipertimbangkan sebagai variabel pengaruh perkembangan lahan di suatu wilayah. Dalam penelitian ini faktor yang digunakan adalah perubahan penggunaan lahan. Konteks berikutnya adalah terkait dengan kenaikan muka air laut, berikut adalah sintesa kajian kenaikan muka air laut.

**Tabel 2.6.** Hasil Sintesa Kajian Pustaka Kenaikan Muka Air Laut

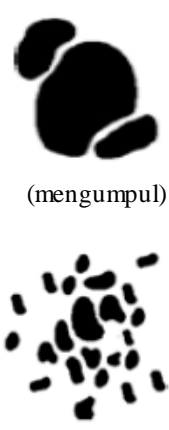
SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL
Mengidentifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan berdasarkan air pasang tertinggi	Wilayah tergenang kenaikan muka air laut	Topografi wilayah	Tinggi rendahnya kondisi geografis wilayah penelitian
		Air pasang maksimum	Ukuran ketinggian air pasang laut tertinggi
		Luas dan sebaran genangan	Besarnya luas genangan di wilayah penelitian


*Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2016*


Kenaikan muka air laut berkaitan dengan konteks penggunaan lahan yang dibahas dalam penelitian ini. Dalam segi spasial, wilayah tergenang sebagai faktor dalam konteks kenaikan muka air laut. Kemudian yang terakhir adalah konteks pola spasial penggunaan lahan, berikut adalah sintesa kajian pustaka pola spasial penggunaan lahan.



**Tabel 2.7.** Hasil Sintesa Kajian Pustaka Pola Spasial Penggunaan Lahan

SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL
Menganalisis pola spasial penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dengan pendekatan <i>spatial metric</i>	Fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan ( <i>fragmentation</i> )  <i>Ilustrasi fragmentation</i>    (mengumpul)         (terfragmentasi)	<i>Mean patch size</i>	Retata ukuran patch penggunaan lahan
		<i>Number of patches</i>	Jumlah patch pada jenis penggunaan lahan
		<i>Patch density</i>	Kepadatan patch pada penggunaan lahan
		<i>Mean nearest neighbor distance</i>	Jarak ketetanggaan terdekat setiap jenis penggunaan lahan
		<i>Contagion index</i>	Indeks perembetan penggunaan lahan
		<i>Landscape expansion index</i>	Indeks nilai ekspansi perkembangan perkotaan
		<i>Interspersion and juxtaposition index</i>	Indeks nilai fragmentasi suatu wilayah
		<i>Mean landscape expansion index</i>	rata-rata pertumbuhan patch baru
		<i>AWM landscape expansion index</i>	Bobot luas patch baru

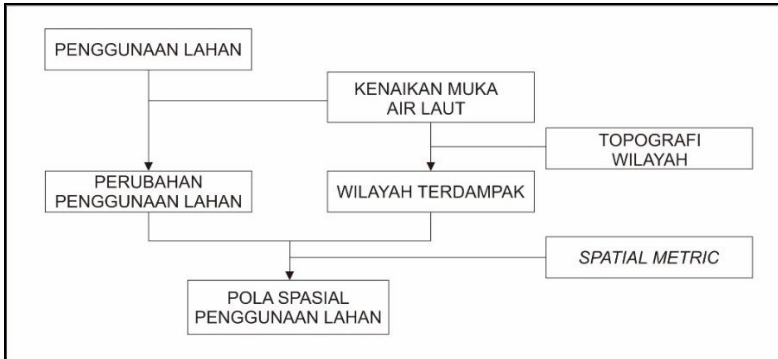
SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL
		<i>Mean nearest neighbour distance standard deviation</i>	Variasi jarak ketetanggaan terdekat
		<i>Change in density of urban land</i>	Selisih rasio ekspansi kota terhadap penggunaan lahan
		<i>Percent. Like of adjacency</i>	Tingkat agregasi jenis Patch
		<i>Length of common edge</i>	Perbedaan jenis pertumbuhan kota
	Keragaman penggunaan lahan ( <i>diversity</i> )  <i>ilustrasi diversity</i>  (kesamaan)	<i>Shannon's diversity index</i>	Indeks keragaman jenis patch pada suatu kota
		<i>Shannon's evenness index</i>	Keragaman patch dari proporsi perbedaan jenis penggunaan lahan
		<i>Patch size standard deviation</i>	Deviasi ukuran patch sejenis dalam penggunaan lahan
		<i>Patch size coefficient variation</i>	Ukuran patch sejenis dari rerata ukuran patch
		<i>Patch richness</i>	Ukuran keragaman dari jumlah jenis patch yang berbeda

SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL
	 (keragaman)	<i>Contrasting edge ratio</i>	Ukuran intersperse dari penggunaan lahan yang kontras
		<i>Contrasting edge proportion</i>	Ukuran intersperse dari penggunaan lahan yang kontras dari perbatasannya
		<i>Mean dispersion</i>	Ukuran rerata proporsi dari penggunaan lahan yang kontras
		<i>Diversity index</i>	Ukuran dominasi penggunaan lahan di suatu kota
		<i>Simpson's diversity index</i>	Nilai peluang perbedaan 2 jenis patch yang dipilih secara acak
		<i>Simpson's evenness index</i>	Nilai kesamaan aktivitas atau patch di suatu kota

*Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2016*

Terdapat banyak variabel dalam konteks pola spasial penggunaan. Konteks dan variabel dalam konteks ini diadaptasi dari penelitian Reis dkk., (2015) yang mana telah mengelompokkan *metric-metric* spasial sesuai kesamaan fungsinya dalam mengidentifikasi perkembangan kota. Dalam penelitian ini, diambil faktor fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan, dan keragaman penggunaan lahan karena sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Dalam faktor tersebut terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai alat ukur dalam faktor pola spasial penggunaan lahan yang digunakan.

Penelitian ini beranjak dari beberapa teori yang saling berkaitan satu sama lain yang ditemukan dalam tinjauan pustaka. Teori-teori tersebut digunakan sebagai bahan dalam melaksanakan penelitian ini. Berikut adalah kerangka teori penelitian yang digunakan:



**Gambar 2.1.** Kerangka Teori Penelitian

*Sumber: Penulis, 2016*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan positivisme. Pendekatan positivisme merupakan pendekatan ilmiah pada gejala lingkungan untuk diformulasikan menjadi pengetahuan yang bermakna dengan asas terukur, terobservasi, dan diverifikasi (Purwanto, 2010). Penelitian ini berfokus pada sesuatu hal yang terukur yaitu mengenai penggunaan lahan dan perubahannya di wilayah Kota Pekalongan. Observasi lapangan dan verifikasi digunakan dalam penelitian ini sebagai validasi data dan hasil analisis yang telah digunakan.

#### **3.2 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah gabungan dari penelitian deskriptif dan kuantitatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha untuk mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, dan kejadian yang terjadi (Sudjana, N; Ibrahim, 2001). Menurut Subana (2005), penelitian kuantitatif dilihat dari segi tujuan, penelitian yang dipakai untuk menguji suatu teori, menyajikan suatu fakta atau mendeskripsikan statistik, dan untuk menunjukkan hubungan antar variabel dan sifatnya mengembangkan konsep, mengembangkan pemahaman atau mendiskripsikan banyak hal. Penelitian ini menggambarkan mengenai suatu kecenderungan perubahan penggunaan lahan dan gejala-gejala yang terjadi dengan pola spasial penggunaan lahannya. Penggunaan data kuantitatif berupa data penggunaan lahan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mendeskripsikan fakta dan fenomena yang terjadi di wilayah perencanaan yang merupakan tujuan dari penelitian ini.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian adalah objek penelitian atau apa yang menjadi perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2006). Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan. Variabel dalam penelitian ini ditentukan dari sintesa kajian pustaka yang

dihasilkan yang kemudian dijadikan objek penelitian ini. Berikut adalah variabel-variabel, definisi operasional, dan parameternya dalam penelitian ini:

**Tabel 3.1.** Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

NO	SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	PARAMETER
1	<b>Sasaran I</b> - Menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dalam periode tahun 2003-2009 dan tahun 2009-2016	Perubahan penggunaan lahan	Sebaran jenis perubahan penggunaan lahan	Letak dan jenis penggunaan lahan yang berubah	Lokasi penggunaan lahan
			Luasan perubahan penggunaan lahan	Besarnya luas setiap jenis penggunaan lahan yang berubah	Luas perubahan setiap jenis penggunaan lahan ( $\text{Ha}^2$ )
	<b>Sasaran III</b> - Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak kenaikan muka air				



NO	SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	PARAMETER
	laut di Kota Pekalongan				
2	<b>Sasaran II</b> - Mengidentifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan berdasarkan air pasang tertinggi	Wilayah tergenang kenaikan muka air laut	Topografi wilayah	Tinggi rendahnya kondisi geografis wilayah penelitian	Ketinggian wilayah (cm)
			Air pasang maksimum	Ukuran ketinggian pasang air laut tertinggi	Ketinggian air laut (cm)
			Luas dan wilayah genangan	Besarnya luas dan wilayah genangan wilayah penelitian	Luas genangan (Ha <sup>2</sup> )

NO	SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	PARAMETER
3.	<b>Sasaran IV</b> - Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dengan pendekatan <i>spatial metric</i>	Fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan	<i>Number of patches</i>	Retata jumlah <i>patch</i> penggunaan lahan	Jumlah <i>patch</i> (>1)
			<i>Patch density</i>	Kepadatan <i>patch</i> pada jenis penggunaan lahan	Kepadatan <i>patch</i> (jumlah <i>patch</i> /100ha)
			<i>Interpersion and juxtaposition index</i>	Indeks nilai fragmentasi wilayah penelitian	Persentase index (%)
			<i>Percentage of like adjacencies</i>	Tingkat agregasi atau kedekatam jenis <i>patch</i>	Persentase index (%)
		Kekaragaman penggunaan lahan ( <i>diversity</i> )	<i>Shannon's diversity index</i>	Indeks keragaman jenis <i>patch</i> pada wilayah penelitian	Proporsi keanekaragaman jenis <i>patch</i> (>1)

NO	SASARAN	FAKTOR	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	PARAMETER
			<i>Shannon's evenness index</i>	Keragaman <i>patch</i> dari proporsi perbedaan jenis penggunaan lahan wilayah penelitian	Proporsi keragaman jenis <i>patch</i> (>1)

*Sumber: Hasil Sintesa Kajian Pustaka, 2016*

### 3.4 Penentuan Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang menjadi kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk di pelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2005). Sedangkan menurut Riduwan (2011), populasi adalah keseluruhan dari karakteristik atau unit hasil pengukuran yang menjadi objek penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah luas seluruh wilayah Kota Pekalongan dengan penggunaan lahannya.

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh suatu populasi (Sugiyono, 2012). Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara acak menggunakan *spatial random sampling*. Prosedur sampling acak secara spasial dipilih sesuai dengan kebutuhan penelitian untuk menilai akurasi peta penggunaan lahan. Pengambilan *spatial sampling* dalam penelitian ini terdapat 100 titik lokasi secara random lokasi dan jenis penggunaan lahannya. Penempatan titik sampel memiliki rentang jarak yang variatif satu sama lain yang ditentukan secara spasial (*random point-based sampling schemes*). Sampel yang digunakan ini nantinya akan dihitung untuk persentase akurasi peta penggunaan lahan. Selain itu juga terdapat sampel wilayah terdampak kenaikan muka air laut yang juga ditentukan secara acak berdasarkan model wilayah terdampak kenaikan muka air laut.

### 3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan teknik atau cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data (Suryani & Hendryadi, 2015). Metode pengumpulan data disesuaikan dengan data yang dibutuhkan untuk penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini menggunakan 2 metode pengumpulan data, yaitu metode pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder.

#### 3.5.1 Pengumpulan Data Primer

Metode pengumpulan data primer dalam penelitian ini dengan cara melakukan pengamatan secara langsung (observasi lapangan). Metode ini dapat dilakukan untuk mendapatkan kondisi

lingkungan dan perubahan-perubahan yang terjadi dengan melihat dan mengumpulkan fakta di lapangan yang ada tanpa harus mengambil sampel ataupun dengan sampel.

- **Observasi Lapangan**

Observasi adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung atau peninjauan secara cermat dan langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Dalam penelitian ini observasi yang dilakukan termasuk jenis observasi non partisipasi, yaitu observasi yang dalam pelaksanaannya tidak melibatkan peneliti sebagai partisipan atau kelompok yang diteliti. Observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan datang langsung ke lokasi penelitian dengan mengamati kondisi di lapangan. Observasi dilakukan untuk mengetahui penggunaan lahan dan wilayah yang tergenang banjir ROB. Pada saat observasi juga dilakukan *ground check point* untuk menandai titik penggunaan lahan dan wilayah genangan banjir yang menjadi sampel dengan GPS agar lokasi dapat dimasukkan dalam software ArcGIS. Pada saat observasi ini juga dapat dihasilkan dokumentasi kondisi lapangan terkait data yang dikumpulkan. Berikut adalah teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini:

**Tabel 3.2.** Teknik Pengumpulan Data Primer

NO	DATA	SUMBER DATA	TEKNIK
1.	Penggunaan lahan	Wilayah penelitian	Observasi
2.	Wilayah tergenang rob	Wilayah penelitian	Observasi

*Sumber: Penulis, 2016*

### 3.5.2 Pengumpulan Data Sekunder

Metode pengumpulan data sekunder dilakukan untuk mendapatkan data sekunder berupa data dari sumber lain. Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini dilakukan melalui survei literatur sebagai berikut.

- **Survei Literatur**

Survei literatur merupakan dokumentasi dari tinjauan menyeluruh terhadap karya publikasi dan non-publikasi dari sumber sekunder dalam bidang minat khusus bagi peneliti, survei literatur sendiri dapat dilakukan melalui perpustakaan dan basis data komputer. Data sekunder dalam penelitian ini di dapat dari survei literatur, dalam hal ini literatur yang digunakan adalah beberapa dokumen tata ruang Kota Pekalongan dan citra dari *google earth* untuk mendapatkan data citra satelit. Berikut adalah teknik pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini:

**Tabel 3.3.** Teknik Pengumpulan Data Sekunder

NO	DATA	SUMBER DATA	TEKNIK
1.	Peta wilayah administrasi	RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029	Survei literatur
2.	Ketinggian wilayah Kota Pekalongan	Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia)	Survei literatur
3.	Air pasang tertinggi Kota Pekalongan	BMKG Meteorologi Maritim Semarang	Survei literatur
4.	Citra <i>Quickbird</i> Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016	<i>Google Earth</i>	Survei media

*Sumber: Penulis, 2016*

### 3.6 Metode dan Teknik Analisis Data

Dalam sebuah penelitian tidak lepas dari metode dan teknik analisis data. Metode analisis data digunakan untuk menjawab sasaran dan tujuan penelitian yang akan dicapai. Metode analisis dapat digunakan untuk setiap sasaran yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, metode analisis data yang digunakan merupakan metode analisis spasial dengan bantuan software ArcGIS dan Fragstats. Berikut adalah metode dan teknik analisis yang digunakan pada penelitian ini:

**Tabel 3.4.** Teknik Analisis Data

SASARAN	INPUT DATA	TEKNIK ANALISIS	LUARAN
<b>Sasaran I</b> Menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dalam periode tahun 2003-2009 dan tahun 2009-2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Citra <i>quickbird</i> tahun 2003, 2009, 2016</li> <li>- Peta adminitrasi Kota Pekalongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Overlay</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peta penggunaan lahan Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, 2016</li> <li>- Peta perubahan penggunaan lahan Kota Pekalongan</li> </ul>
<b>Sasaran II</b> Mengidentifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan berdasarkan air pasang tertinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peta ketinggian (DEM) Kota Pekalongan</li> <li>- Tinggi air pasang maksimum Kota Pekalongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Logical operator GIS</i></li> <li>- <i>Overlay</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peta wilayah tergenang kenaikan muka air laut Kota Pekalongan</li> </ul>
<b>Sasaran III</b> Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak kenaikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peta wilayah tergenang kenaikan muka air laut</li> <li>- Peta penggunaan lahan Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, 2016</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Overlay</i></li> <li>- Deskriptif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peta penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut Kota Pekalongan</li> </ul>

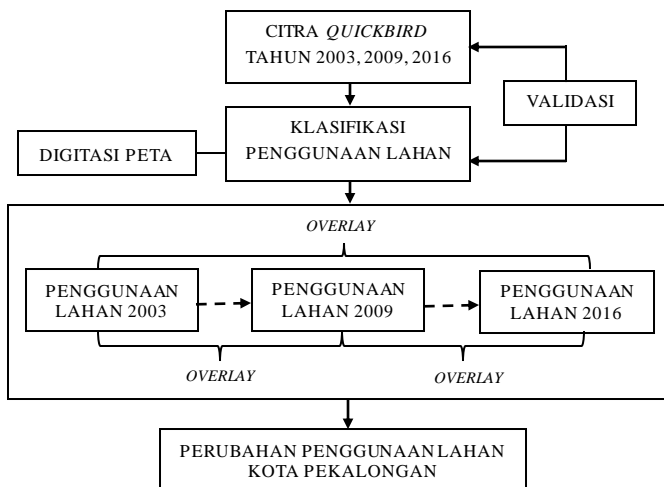
SASARAN	INPUT DATA	TEKNIK ANALISIS	LUARAN
muka air laut di Kota Pekalongan	- Peta perubahan penggunaan lahan Kota Pekalongan		
<b>Sasaran IV</b> Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dengan pendekatan <i>spatial metric</i>	- Peta penggunaan lahan wilayah tergenang kenaikan muka air laut Kota Pekalongan	- <i>Spatial metric</i> - Deskriptif	- Dinamika pola spasial penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut Kota Pekalongan

*Sumber: Penulis, 2016*



### 3.6.1 Menganalisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Setiap wilayah mempunyai karakteristik perubahan penggunaan lahan yang berbeda-beda. Dalam proses analisis perubahan penggunaan lahan, dibutuhkan dalam beberapa penggunaan lahan dalam dimensi waktu yang berbeda (*multi temporal*). Penelitian ini menggunakan penggunaan lahan pada tahun 2003, 2009, dan 2016 yang didapat dari interpretasi citra *Quickbird* yang kemudian diklasifikasikan untuk penggunaan lahannya. Penggunaan lahan yang didapatkan kemudian dilakukan proses *overlay* untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan ada. Berikut adalah untuk tahapan dalam proses analisis perubahan penggunaan lahan ini.

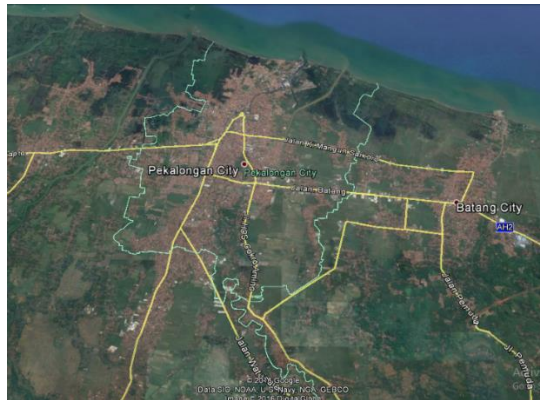


**Gambar 3.1.** Proses Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

*Sumber: Penulis, 2016*

- Persiapan data citra  
Data yang dapat digunakan untuk proses klasifikasi penggunaan lahan salah satunya adalah citra satelit yang kemudian menggunakan GIS. Dalam penelitian ini

menggunakan citra *Quickbird* yang didapat dari *google earth*. *Quickbird* adalah satelit observasi bumi komersial resolusi tinggi, yang dimiliki oleh *DigitalGlobe* dan diluncurkan pada tahun 2001. Satelit citra *Quickbird* merupakan salah satu satelit tercanggih, terbaru dan terbaik karena memiliki resolusi spasial yang sangat tinggi, dan datanya pun sudah bisa di dapatkan di pasaran secara komersial (Wijaya, 2005). Citra *Quickbird* dapat digunakan sebagai interpretasi visual yang kemudian dapat dilanjutkan untuk *overlay*. (Ujlaki, 2011) mengemukakan temuan terkait kelebihan citra *google earth* antara lain adalah dapat digunakan dalam analisis penggunaan lahan.



**Gambar 3.2.** Tampilan Citra *Quickbird*

*Sumber: Google Earth, 2016*

Citra *Quickbird* yang digunakan adalah perekaman tahun 2003, 2009, dan 2016 yang didapat dari *historical imagery* pada *google earth pro*. Penggunaan citra *Quickbird* yang *multi temporal* tersebut sesuai dengan tujuan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan di wilayah penelitian dalam periode tahun tersebut.

Tahap awal dalam penyiapan citra yang digunakan adalah rektifikasi peta menggunakan *georeferencing* di dalam GIS,

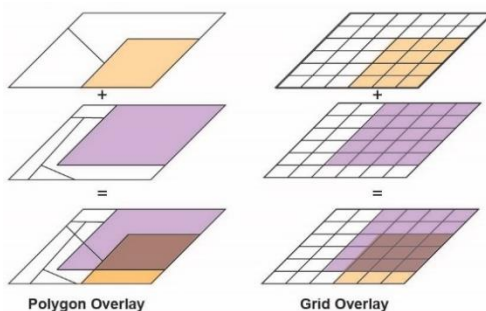
proses tersebut dilakukan untuk memberi koordinat pada citra sesuai koordinat pada lokasi yang sebenarnya. Rektifikasi pada citra bertujuan agar citra dapat sesuai dengan keadaan aslinya di lapangan. Metode rektifikasi yang digunakan adalah dengan menggunakan sejumlah *control point* berupa titik koordinat yang diketahui dalam citra dan di atur untuk proyeksi standarnya seperti UTM (*Universal Transverse Mercator*). Kemudian citra yang sudah direktifikasi dapat dilakukan pemotongan citra jika diperlukan untuk mendapatkan batas daerah penelitian.

- **Klasifikasi penggunaan lahan**

Citra *Quickbird* yang telah disetting untuk sistem koordinatnya dapat didelineasi secara manual penggunaan lahannya dengan teknik interpretasi visual berdasarkan karakteristiknya. Unsur-unsur interpretasi yang digunakan mencakup rona, bentuk, tekstur, pola, ukuran, bayangan, situs, dan asosiasi. Dalam interpretasi, dilakukan klasifikasi penggunaan lahan yang tampak pada citra. Klasifikasi merupakan pengelompokkan terhadap data agar dapat lebih mudah dipahami dan dalam hal ini jenis-jenis penggunaan lahan dikelompokkan menjadi sejumlah kategori. Di setiap kenampakan karakteristik lahan yang homogen dikategorikan dan didelineasi dengan digitasi pada layar yang kemudian menghasilkan data *vector*. Klasifikasi penggunaan lahan pada penelitian ini lebih mengarah pada *supervised classification* (klasifikasi terbimbing). Untuk klasifikasi penggunaan lahan di Indonesia saat ini yang ada adalah yang disusun dan digunakan oleh sejumlah lembaga pemerintahan secara sektoral seperti BIG, BPN, dan sebagainya. Dalam penelitian ini klasifikasi penggunaan lahan yang digunakan mengacu pada SNI nomor 7645:2010 tentang penutup lahan, yang kemudian dimodifikasi sesuai dengan karakteristik penggunaan lahan di wilayah penelitian.

- Validasi penggunaan lahan  
Hasil delineasi klasifikasi penggunaan lahan kemudian dilakukan proses validasi dengan pengecekan lapangan. Validasi merupakan proses untuk mengetahui apakah hasil delineasi klasifikasi penggunaan lahan sudah akurat atau belum sesuai dengan keadaan sesungguhnya. Dalam proses validasi penelitian ini telah ditentukan 100 titik sampel yang akan dicek dengan survei lapangan. Survei lapangan dilakukan untuk melengkapi hasil interpretasi citra satelit dan membuktikan kebenaran delineasi dalam klasifikasi penggunaan lahan pada wilayah penelitian sehingga data akhir memiliki keakuratan tinggi. Validasi di lapangan dilakukan dengan bantuan alat GPS (*Global Positioning System*) yang mempunyai fungsi sebagai pencatatan titik koordinat sampel yang kemudian dicek kebenaran klasifikasi penggunaan lahan.

Data penggunaan lahan tahun 2003, 2009, 2016 yang telah dihasilkan dari serangkaian proses kemudian dilanjutkan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan pada periode tahun tersebut. Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan membandingkan antar peta penggunaan lahan tahun 2003, 2009, dan 2016 dengan menggunakan metode analisis *overlay*. Analisis *overlay* adalah salah satu teknik analisis yang dapat dilakukan dengan bantuan software pengolahan data spasial ArcGIS. Teknik analisis *overlay* dilakukan dengan cara meletakkan sebuah peta beserta seluruh atribut di dalamnya di atas sebuah peta lain untuk kemudian ditampilkan hasilnya. Secara singkatnya, *overlay* menampalkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. Fungsi *overlay* merupakan suatu analisis dari minimal dua data spasial yang digunakan sebagai data masukan yang kemudian menghasilkan suatu data spasial baru (Marfai dkk, 2013). Teknik *overlay* dapat digunakan bagi peta-peta yang sudah sama format dan skalanya.



**Gambar 3.3.** Ilustrasi Analisis *Overlay*

Sumber: [www.e-education.psu.edu](http://www.e-education.psu.edu)

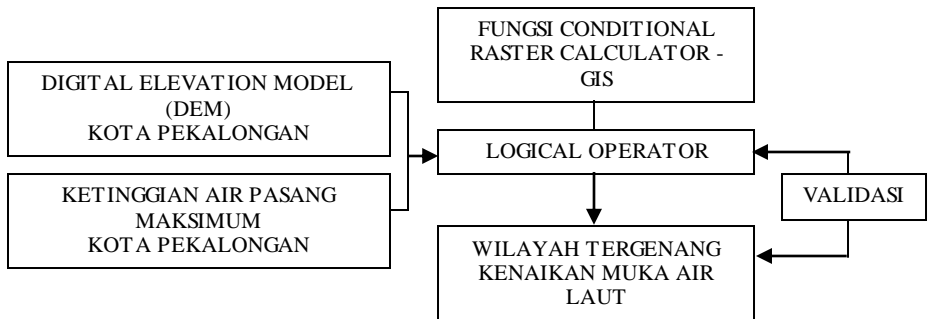
Hasil dari proses analisis *overlay* ini adalah peta perubahan penggunaan wilayah penelitian. Peta perubahan penggunaan lahan adalah peta yang menunjukkan distribusi spasial dari lahan yang berubah dan tidak berubah penggunaannya. Perubahan penggunaan yang dihasilkan bisa berupa 3 periode waktu, yaitu periode tahun 2003-2009, tahun 2009-2016, dan tahun 2003-2016. Dari data perubahan penggunaan lahan ini, dapat diketahui statistik jenis, luasan, distribusi, dan kecenderungan perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan.

*Output* dari analisis *overlay* ini akan menjawab sasaran I secara keseluruhan yaitu menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Dimana analisis yang dilakukan mencakup beberapa periode waktu untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan yang terjadi di setiap periode. Kemudian dari data perubahan penggunaan di Kota Pekalongan ini dapat digunakan untuk analisis sasaran selanjutnya.

### 3.6.2 Mengidentifikasi Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan

Sasaran selanjutnya adalah identifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut. Kota Pekalongan yang merupakan wilayah pesisir seringkali mengalami banjir rob dikarenakan kenaikan muka air laut masuk ke daratan yang

memang memiliki elevasi rendah. Dalam penelitian ini, kenaikan muka air laut yang digunakan adalah kenaikan muka air laut tertinggi yang pernah terjadi di Kota Pekalongan (*Highest High Water Level/HHWL*). Pertimbangan penggunaan HHWL sebagai bahan identifikasi wilayah terdampak kenaikan muka air laut adalah karena dengan kenaikan muka air laut tertinggi maka sudah bisa merepresentasikan dampak genangan dari semua ketinggian kenaikan muka air laut yang ada. Selain ketinggian muka air laut, elevasi wilayah juga dipertimbangkan dalam identifikasi wilayah terdampak. Wilayah dengan ketinggian yang lebih rendah daripada kenaikan muka air laut akan tergenang oleh air laut yang naik ke daratan. Berikut adalah alur dari analisis untuk identifikasi wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



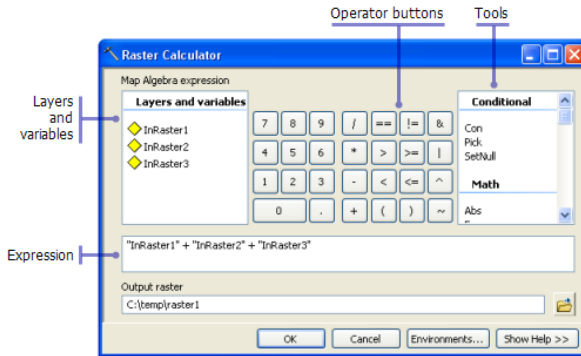
**Gambar 3.4.** Proses Analisis Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Penulis, 2016*

Metode analisis yang digunakan dalam mencapai sasaran ini adalah dengan *Logical Operator*, yang merupakan pengaplikasian dari konsep logika matematika dengan kriteria yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, operasi *Logical Operator* dilakukan berbasis GIS dengan fungsi *tool Raster Calculator* dalam *software ArcGIS 10.3*. Analisis terkait identifikasi wilayah terdampak kenaikan muka air laut menggunakan *Logical Operator*

menggunakan 2 data, yaitu data HHWL (*Highest High Water Level*) dan DEM (*Digital Elevation Model*). DEM adalah model dari permukaan bumi dari data eksisting seperti titik tinggi dan nilai elevasi suatu wilayah. Singkatnya, DEM merepresentasikan ketinggian suatu wilayah dalam bentuk format digital. Data DEM yang digunakan untuk identifikasi dimodifikasi sedemikian rupa untuk mempertajam akurasi dengan garis pantai diasumsikan memiliki nilai DEM 0 atau ketinggian sejajar dengan air laut tenang dan hal tersebut sesuai dengan kondisi di lapangan. Dalam hal ini, garis pantai yang digunakan adalah berdasarkan batas wilayah administrasi di Kota Pekalongan. Kemudian dalam proses analisisnya terdapat catatan untuk perembetan kenaikan muka air laut diasumsikan tidak terputus dan wilayah tergenang terus tersambung sampai ke daratan yang memiliki elevasi lebih tinggi daripada kenaikan muka air laut. Kemudian dari data HHWL dan DEM yang telah disesuaikan akan dianalisis dengan fungsi *Logical Operator* dalam *Raster Calculator GIS*.

Kemudian mengenai tahapan analisis *Logical Operator* dalam *Raster Calculator GIS*. *Raster Calculator* adalah suatu *tools* analisis sederhana di ArcGIS yang bisa mengoperasikan prinsip *Logical Operator* yang dapat membantu analisis data *raster* dengan hitungan pasti. Dalam analisis ini diperlukan data DEM dan kriteria yang telah ditetapkan. *Tools Raster Calculator* memungkinkan untuk membuat dan mengeksekusi peta aljabar berupa perhitungan logika matematika dalam peta yang nantinya akan menampilkan output berupa *raster*. Dalam hal ini analisis raster yang dilakukan dengan *Raster Calculator* bertujuan untuk mengetahui wilayah genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. *Raster Calculator* berisi perintah-perintah sesuai dengan logika matematika seperti berikut:



**Gambar 3.5.** Tampilan Dialog *Raster Calculator*

*Sumber: desktop.esri.com, 2016*

Logika matematika yang digunakan untuk mengetahui wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut adalah menggunakan fungsi *conditional* sebagai berikut.:

***Wilayah tergenang = Con("DATA"<Criteria,True,False)***

dengan,

Con = fungsi conditional

DATA = layer raster DEM

Criteria = kriteria yang ingin dicari, dalam penelitian ini kriteria yang digunakan adalah ketinggian air laut maksimum karena yang dicari adalah wilayah yang mempunyai nilai ketinggian dibawah kenaikan muka air laut maksimum.

True = diisikan nilai output untuk menunjukkan atribut yang memenuhi kriteria

False = diisikan nilai output untuk menunjukkan atribut yang tidak memenuhi kriteria

Ilustrasi untuk hasil *Logical Operator* adalah sebagai berikut, diasumsikan wilayah tergenang adalah wilayah dengan nilai DEM dibawah 1000 dan nilai hasil berupa 1, dan wilayah tidak tergenang ditunjukkan dengan nilai hasil berupa 0. Maka rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:



$$\text{Wilayah tergenang} = \text{Con}('NILAI DEM' < 1000, 1, 0)$$

Maka daerah yang ada dibawah nilai DEM 1000 merupakan wilayah yg terpilih dan teridentifikasi tergenang. Untuk ilustrasi hasilnya adalah berikut.

NILAI DEM				HASIL			
1100	1100	1300	1400	LOGICAL OPERATOR Con("NILAI DEM"<1000,1,0)			
900	800	600	1300				
800	800	1000	1300				
900	700	1200	1100				
				0	0	0	0
				1	1	1	0
				1	1	0	0
				1	1	0	0

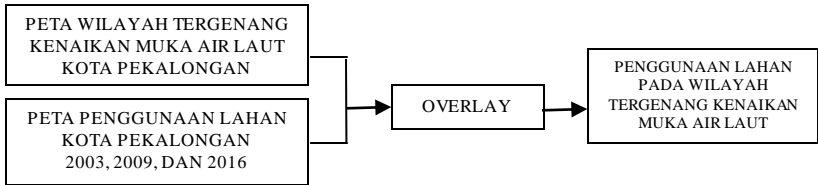
**Gambar 3.6.** Ilustrasi Penggunaan *Logical Operator*

*Sumber: Penulis, 2016*

Dengan analisis tersebut, dapat dibedakan untuk wilayah yang terdampak genangan kenaikan muka air laut dan wilayah yang tidak terdampak genangan kenaikan muka air laut. Setelah itu, model hasil analisis perlu untuk divalidasi dengan data sekunder delineasi wilayah banjir rob maupun survei primer di lapangan. Genangan yang terdapat di wilayah yang terdampak kenaikan muka air laut dapat diketahui luas genangannya dalam bentuk parameter yang pasti untuk bisa dikaitkan lebih lanjut dengan faktor lainnya seperti penggunaan lahan. Dan hasil dari identifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut ini akan digunakan untuk proses sasaran selanjutnya.

### 3.6.3 Mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan

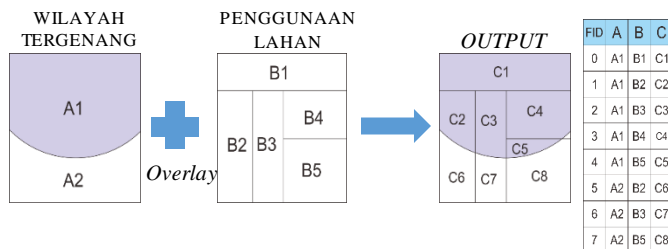
Pada setiap fenomena kenaikan muka air laut di wilayah pesisir tidak bisa lepas dari wilayah terdampak genangannya dengan berbagai penggunaan lahannya yang beragam. Berbagai jenis penggunaan lahan memiliki ketahanan yang berbeda-beda terhadap genangan air laut yang terjadi, oleh karena itu perlu untuk diidentifikasi penggunaan lahan apa saja yang tergenang kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dan perubahan penggunaan apa saja yang telah terjadi pada wilayah tergenang tersebut.



**Gambar 3.7.** Proses Identifikasi Penggunaan Lahan Pada Wilayah Tergenang

*Sumber: Penulis, 2016*

Dalam penelitian ini, untuk mengidentifikasi penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan menggunakan metode analisis *overlay*. Penggunaan *overlay* sama dengan sasaran sebelumnya yaitu dengan menumpang tindihkan atau menapalkan dua peta atau lebih untuk menghasilkan data spasial baru. *Output* sasaran I dan sasaran II yang berupa peta penggunaan lahan dan wilayah tergenang akan di tumpang tindihkan (*overlay*) yang kemudian akan diketahui penggunaan lahan apa saja yang terdapat pada wilayah tergenang.



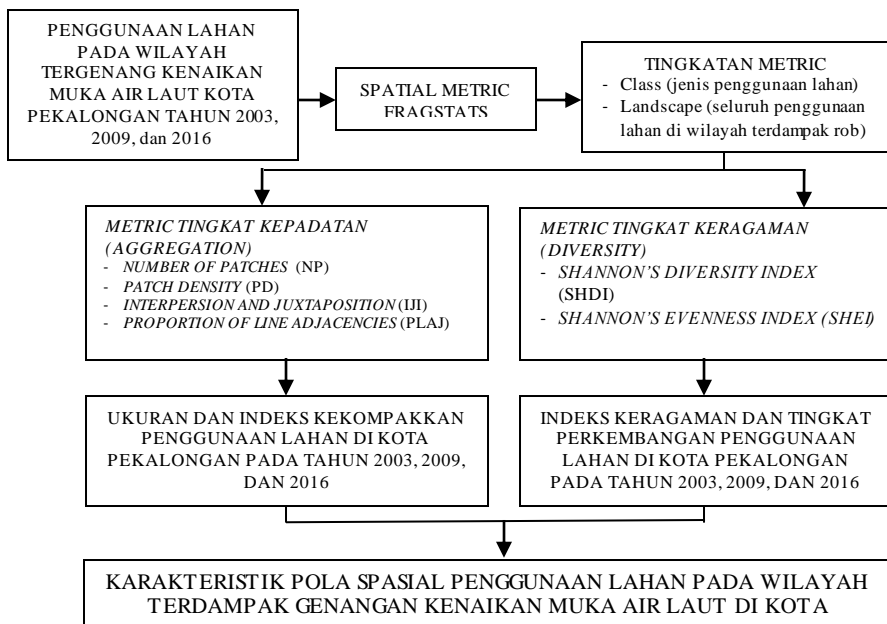
**Gambar 3.8.** Ilustrasi Penggunaan *Overlay*

*Sumber: Penulis, 2016*

Penggunaan lahan yang tergenang oleh air laut akan dapat diketahui lebih lanjut karakteristik dan perubahannya dari tahun-tahun sebelumnya. Hasil dari identifikasi penggunaan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut ini akan digunakan sebagai *input* sasaran selanjutnya.

### 3.6.4. Menganalisis pola spasial penggunaan lahan wilayah terdampak kenaikan muka air laut

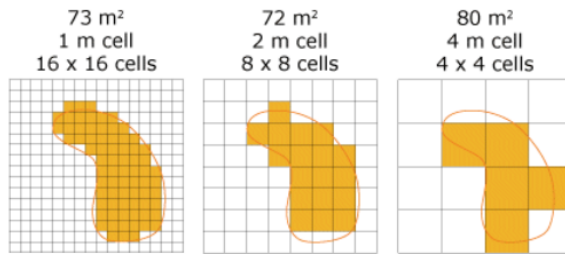
Sasaran selanjutnya adalah melakukan analisis terkait pola spasial penggunaan lahan yang kemudian pola spasial yang dihasilkan dapat dikaitkan dengan fenomena kenaikan muka air laut. Dalam analisis ini menggunakan hasil sasaran sebelumnya kemudian diolah dengan metode *spatial metric* yang nantinya akan menghasilkan pola spasial dari penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Hasil dari tahapan ini akan menjawab tujuan penelitian secara keseluruhan terkait dengan karakteristik pola spasial pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Berikut adalah proses analisis dalam sasaran ini.



**Gambar 3.9.** Proses Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan  
*Sumber: Penulis, 2016*

Teknik analisis yang digunakan dalam tahap ini adalah *spatial metric*. *Spatial metric* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk merumuskan pola spasial penggunaan lahan perkotaan berbasis metrik. *Spatial metric* dapat dihubungkan dengan berbagai model perkotaan dan berperan dalam proses pola spasial penggunaan lahan. *Spatial metric* secara eksplisit dapat dihitung sebagai indeks *patch* seperti ukuran, bentuk, panjang tepi, kepadatan, ataupun sebagai indeks berbasis *pixel*. Menurut Herold dkk, (2003) *spatial metric* dapat digunakan untuk menilai secara kuantitatif struktur ruang dan pola dari peta tematik. Penggunaan *spatial metric* dapat memperjelas deskripsi dan representasi dari daerah perkotaan yang heterogen dan dapat menunjukkan keterkaitan antara struktur fisik dan bentuk kota. Dalam penelitian ini analisis tersebut dilakukan dengan bantuan gabungan software *ArcGIS* 10.3 dan *Fragstats*. Data yang digunakan adalah penggunaan lahan pada wilayah tergenang hasil dari sasaran sebelumnya dan *output* dari analisis ini adalah berupa statistik dan perhitungan pola spasial penggunaan lahan. Dari hasil tersebut dapat dideskripsikan dan dijabarkan lebih lanjut terkait perkembangan kota dari Kota Pekalongan dalam segi fisik dan pola spasialnya.

Peta penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016 terlebih dahulu disiapkan dalam bentuk raster menggunakan bantuan software *ArcGIS* 10.3. Raster yang digunakan adalah dengan *cell size* 5x5 meter agar lebih detail dan ukuran tersebut sudah mewakili penggunaan lahan terkecil di wilayah penelitian.



**Gambar 3.10.** *Cell Size Pada Raster*  
*Sumber: ArcGIS Desktop Help, 2016*

Hasil konversi ke raster kemudian diformat kedalam bentuk *grid* karena *spatial metric* merupakan analisis berbasis *grid*. Grid raster yang telah dipersiapkan kemudian dapat diolah dengan *software* Fragstats untuk pengukuran pola spasialnya berbasis *spatial metric*. *Fragstats* adalah program analisis pola spasial untuk mengkuantifikasi struktur atau komposisi sebuah lanskap atau wilayah (Kevin. McGarigal, 2015). Suatu kota yang menjadi subjek analisis dapat mewakili fenomena spasial yang terjadi, terkait dengan penggunaan lahan. *Fragstats* mengkuantifikasi heterogenitas spasial yang merepresentasikan dalam peta tematik.

Terdapat tingkatan *metric* dalam analisis *spatial metric* yaitu *patch*, *class*, dan *landscape* yang membedakan cakupan wilayah yang dianalisis. Metrik dapat mencirikan struktur atau fitur dari *patch* tertentu (McGarigal dkk, 2012) dan juga bisa menggambarkan sifat dari *class* dan beberapa dapat meringkas sifat dari seluruh lanskap. Berikut adalah definisi dari *patch*, *class*, dan *landscape*.

- *Patch*

*Polygon* terkecil penyusun suatu *class*, contohnya satu petak sawah yang dikelilingi oleh petak sawah lainnya. Level *patch metric* mendefinisikan karakter spasial dari sebuah *patch*. Sebuah *patch* merupakan suatu daerah yang relatif sama. Dalam bentuk data *vector*, *patch* adalah

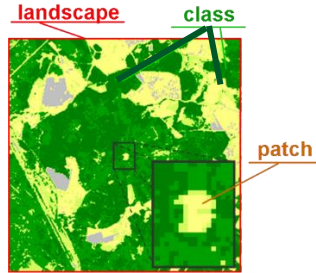
sebuah *polygon* yang diklasifikasikan ke dalam jenis penggunaan lahan yang spesifik. *Level patch metric* mengkuantitatifkan karakteristik dari masing-masing *patch* seperti ukuran dan bentuk, hal tersebut menjadi nilai khas dari setiap *patch*.

- *Class*

*Class* adalah penyusun *landscape* yang terdiri dari beberapa *patch* yang memiliki karakter yang sama, contohnya adalah beberapa fragmen sawah di kawasan perdesaan. *Level class metric* merupakan integrasi dari semua *patch* dari jenis tertentu. Dengan demikian kelas adalah seperangkat *patch* dari jenis penggunaan lahan yang sama. Dalam data *vektor*, *class* adalah satu set *polygon* yang diklasifikasikan sebagai tipe *patch* yang sama (Leitao dkk, 2006). Metrik *class* mengukur karakteristik untuk seluruh kelas seperti tingkat agregasi dan pengumpulan dan menghasilkan hasil yang unik untuk masing-masing kelas. Dalam istilah yang lebih sederhana metrik tingkat kelas diperoleh dengan menjumlahkan *patch*.

- *Landscape*

*Landscape* adalah suatu wilayah yang terdiri dari beberapa *class*, contohnya adalah daerah perkotaan yang terdiri dari berbagai tutupan lahan. *Landscape* merupakan gabungan atas semua jenis *patch* atau *class*. Di dalam dataset *vektor*, *landscape* adalah seluruh koleksi *polygon*, terlepas dari jenis *patch* yang ada. Sebagian besar metrik tingkat *landscape* dapat diartikan secara luas sebagai indeks heterogenitas lanskap karena mengukur pola lanskap secara keseluruhan. metrik tingkat lanskap menggambarkan pola yaitu komposisi dan konfigurasi seluruh lanskap (Leitao dkk, 2006).



**Gambar 3.11.** Ilustrasi Tingkatan *Metric*

*Sumber: www.umass.edu, 2016*

Selain tingkatan *metric*, dalam analisis *spatial metric* juga terdapat jenis-jenis *metric* atau jenis pola spasial yang akan dihitung. Terdapat 8 jenis *metric* yaitu 1).*Area and edge* 2).*Shape* 3).*Core Area* 4).*Contrast* 5).*Aggregation* 6).*Subdivision* 7).*Isolation* 8).*Diversity*. Di setiap jenis *metric* tersebut terdapat beberapa turunan fungsi penghitungan pola spasial sesuai dengan jenis *metric*nya yang merupakan variabel dalam identifikasi pola spasial penggunaan lahan. (Reis dkk., 2015) mengelompokkan jenis-jenis penghitungan *metric* ke dalam kategori identifikasi perhitungan kota berdasarkan kesamaan fungsi *metric*nya. Kategori-kategori tersebut antara lain adalah *shape irregularity*, *fragmentation*, *diversity*, dan *metric* lainnya. Dalam analisis pola spasial suatu kota harus dipilih untuk jenis *metric* yang digunakan sesuai dengan pola spasial yang dicari.

Dalam penelitian ini, *metric* yang digunakan untuk analisis pola spasial wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan adalah *metric* yang berkaitan dengan fragmentasi & kepadatan penggunaan lahan, dan tingkat keanekaragaman penggunaan lahannya. *Metric* yang dijadikan variabel untuk analisis pola spasial ini mengadaptasi kategori dari (Reis dkk., 2015) yang kemudian disesuaikan dengan tujuan penelitian dan diperhitungkan dengan ketersediaan tools dalam *Fragstats*. Jenis *metric* tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.5.** Jenis *Metric* yang Digunakan

NO	KATEGORI	JENIS METRIC
1.	Fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan	<i>Number of patches</i>
		<i>Patch density</i>
		<i>Interpersions and juxtaposition index</i>
		<i>Percentage of like adjacencies</i>
2.	Tingkat keanekaragaman penggunaan lahan	<i>Shannon's diversity index</i>
		<i>Shannon's evenness index</i>

Sumber: Penulis, 2016

Setiap jenis *metric* mempunyai perhitungan dan interpretasi tersendiri. Perhitungan setiap jenis *metric* merupakan cara untuk mengidentifikasi pola spasial sesuai dengan fungsi *metric*-nya. Untuk algoritma perhitungan setiap *metric*, bersumber dari McGarigal dkk., 2012). Berikut adalah penjabaran untuk setiap jenis *metric* yang digunakan.

- ***Number of patches (NP)***

*Number of patches* merupakan rata-rata ukuran dan jumlah *patch* penggunaan lahan. Penghitungannya adalah dengan menggunakan jumlah *patch* untuk jenis yang sama. Dalam hal ini, *patch* pada jenis penggunaan lahan yang sama. Jumlah dari jenis *patch* yang sama akan menunjukkan *number of patches* pada setiap jenis penggunaan lahan dan lingkup satu wilayah secara keseluruhan.

$$NP = n_i$$

dengan

$n_i$  = jumlah *patch* dengan jenis yang sama

Semakin besar nilai NP maka dapat diinterpretasikan tingkat fragmentasi juga semakin besar, sebaliknya jika semakin kecil nilai NP maka tingkat agregasi suatu



wilayah semakin kecil, tingkat agregasi atau kekompakkan penggunaan lahan semakin tinggi. NP dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya. Akan terlihat perbedaan NP di setiap tahunnya, yang menunjukkan perubahan tingkat fragmentasi atau kekompakkan penggunaan lahan berdasarkan jumlah *patches*nya.

- ***Patch density (PD)***

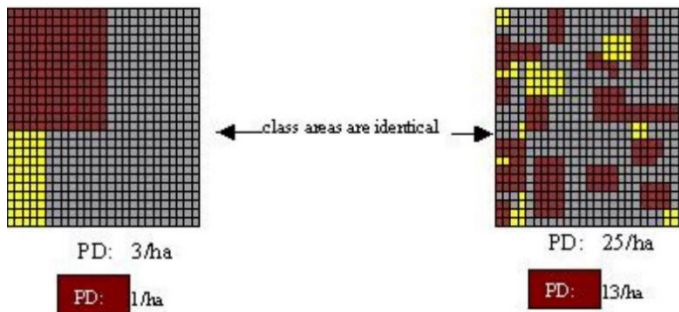
*Patch Density (PD)* merupakan nilai kepadatan *patch* pada jenis penggunaan lahan. Nilai PD dipengaruhi oleh jumlah *patch* (NP) dan luasan wilayah penelitian. Dari *number of patch* dapat diketahui untuk kepadatan *patch*nya dengan membandingkan dengan luas wilayah penelitian. PD juga akan menunjukkan tingkat kekompakkan penggunaan lahan yang ditinjau dari kepadatan *patches* nya untuk setiap penggunaan lahan atau untuk suatu wilayah secara keseluruhan.

$$PD = \frac{n_i}{A}$$

dengan,

$n_i$  = jumlah *patch* yang sejenis

$A$  = luas wilayah penelitian



**Gambar 3.12.** Ilustrasi *Patch Density*

Sumber: [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu), 2016

Interpretasi dari PD ini hampir sama dengan NP, akan tetapi lebih memperhatikan luas wilayah penelitian. Nilai

PD yang tinggi menandakan adanya fragmentasi dan penyebaran penggunaan lahan. Sedangkan nilai PD yang rendah menandakan tingginya pengumpulan jenis penggunaan lahan karena tingkat fragmentasi penggunaan lahannya juga rendah. PD dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya. Akan terlihat perbedaan PD di setiap tahunnya, yang menunjukkan perubahan tingkat fragmentasi atau kekompakkan penggunaan lahan berdasarkan kepadatan *patches*nya.

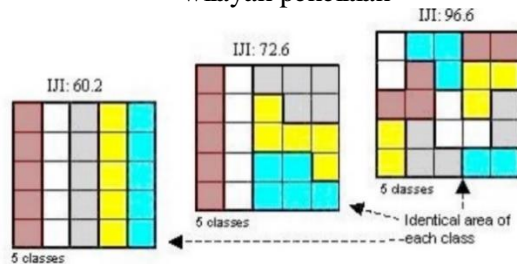
- ***Interspersion and juxtaposition index (IJI)***

*Interspersion and juxtaposition index (IJI)* merupakan perhitungan nilai indeks fragmentasi penggunaan lahan di suatu wilayah. Penghitungan IJI ini memperhatikan jenis penggunaan lahan dan keliling (panjang tepi) penggunaan lahan yang ada pada suatu wilayah.

$$IJI = \frac{- \sum_{i=1}^{m'} \sum_{k=i+1}^{m'} \left[ \left( \frac{e_{ik}}{E} \right) \ln \left( \frac{e_{ik}}{E} \right) \right]}{\ln \left[ \frac{1}{2} m' (m' - 1) \right]} \cdot 100$$

dengan

$m'$  = jumlah jenis penggunaan lahan  
 $e_{ik}$  = panjang tepi antara  $i$  dan  $k$   
 $e$  = total panjang tepi penggunaan lahan di wilayah penelitian



**Gambar 3.13.** Ilustrasi Hasil *Interspersion and Juxtaposition Index*

Sumber: [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu), 2016

Secara garis besar output IJI dapat menggambarkan fragmentasi penggunaan lahan dengan probabilitas jenis *patch* yang berdekatan dengan jenis *patch* lain. Nilai IJI yang tinggi diinterpretasikan wilayah penelitian memiliki tingkat fragmentasi yang tinggi, sebaliknya untuk nilai IJI yang rendah menandakan rendahnya nilai fragmentasi. Dengan kata lain, semakin besar nilai IJI, semakin besar pula fragmentasi penggunaan lahan yang ada. IJI dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya. Akan terlihat perbedaan nilai IJI di setiap tahunnya, yang menunjukkan perubahan tingkat kekompakkan penggunaan lahan berdasarkan nilai indeks fragmentasinya.

- ***Percentage of like adjacencies (PLADJ)***

*Percentage of like adjacencies* (PLADJ) merupakan pengukuran untuk tingkat agregasi (pengumpulan) jenis *patch* pada setiap jenis penggunaan lahan. PLADJ menunjukkan persentase kekompakkan penggunaan lahan di suatu wilayah. Dalam PLADJ diperhitungkan untuk *pixels* dari jenis *patch* yang ada.

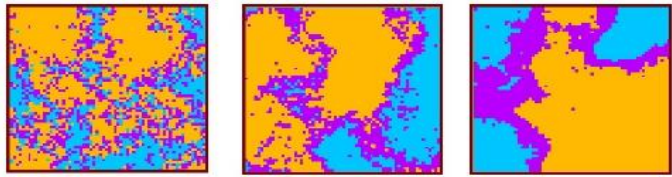
$$PLADJ = \frac{\sum_{i=1}^m g_{ii}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m g_{ik}}$$

dengan

$G_{ii}$ : jumlah *adjacencies* (kedekatan) antar *pixel* dari jenis *patch* I

$g_{ik}$ : jumlah *adjacencies* antara *pixel* dari jenis *patch* i dan k

m: jumlah semua *pixel*



Agregasi rendah ← → Agregasi tinggi

**Gambar 3.14.** Ilustrasi Tingkat Agregasi Wilayah

*Sumber: McGarigal, 2015*

Untuk hasil nilai PLADJ semakin mendekati nilai 0, diinterpretasikan nilai pola pemecahan/pemisahan (fragmentasi) jenis penggunaan lahan semakin besar, begitupun sebaliknya jika nilai mendekati PLADJ semakin mendekati 100 maka fragmentasi yang ada semakin kecil. Jika nilai PLADJ adalah 100, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat fragmentasi penggunaan lahan di suatu wilayah. PLADJ dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya. Akan terlihat perbedaan nilai PLADJ di setiap tahunnya, yang menunjukkan perubahan tingkat kekompakkan penggunaan lahan berdasarkan nilai persentase agregasi penggunaan lahannya.

- ***Shannon's diversity index (SDHI)***

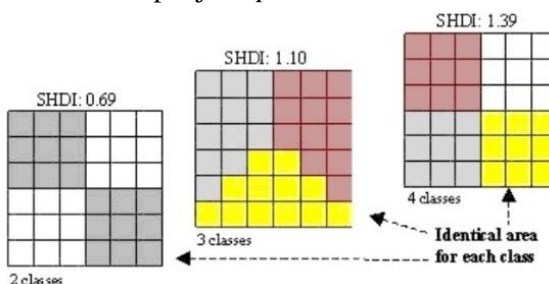
*Shannon's diversity index (SHDI)* merupakan indeks keragaman jenis *patch* pada wilayah penelitian. SHDI adalah salah satu pengukuran *diversity* (keragaman penggunaan lahan) suatu wilayah dalam lingkup makro dengan memperhatikan jumlah perbedaan tipe *patch* dan proporsi distribusi dari luas antar jenis *patch*. Penggunaan SHDI dapat menunjukkan pola perkembangan penggunaan lahan di suatu wilayah baik itu penambahan maupun pengurangan jenis penggunaan lahan yang ada.

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$$

dengan

$m$  = perbedaan jenis *patch*

$P_i$  = proporsi luas wilayah penelitian yang terdapat jenis *patch*  $i$



**Gambar 3.15.** Ilustrasi Hasil SHDI

Sumber: [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu), 2016

SHDI meningkat jika jumlah patch penggunaan lahan yang berbeda meningkat atau lebih tepatnya terdapat penggunaan lahan baru di suatu wilayah. Nilai SHDI mendekati 0 berarti hanya ada 1 *patch*, yang menandakan tidak ada *diversity*. Kemudian jika nilai SHDI semakin tinggi, berarti *diversity* pada wilayah tersebut juga semakin tinggi. SHDI dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya. Akan terlihat perbedaan nilai SHDI di setiap tahunnya, yang menunjukkan perkembangan keragaman penggunaan lahan berdasarkan nilai index keragaman penggunaan lahannya.

- ***Shannon's evenness index (SHEI)***

*Shannon's evenness index (SHEI)* merupakan pengukuran keragaman *patch* dari proporsi perbedaan jenis penggunaan lahan wilayah penelitian. Penggunaan SHEI

hampir sama dengan SHDI, akan tetapi SHEI juga mempertimbangkan jumlah perbedaan jenis *patch*

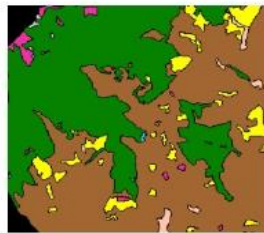
$$SHEI = \frac{- \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)}{\ln m}$$

dengan

$m$  = perbedaan jenis *patch*

$P_i$  = proporsi luas wilayah penelitian yang terdapat jenis *patch*  $i$

*Patch diversity* ditentukan oleh distribusi dari proporsi perbedaan jenis penggunaan lahan di wilayah penelitian. Nilai SHEI yang kecil berarti distribusi luas tidak merata dari antar jenis *patch* penggunaan lahan. Nilai SHEI semakin besar, diinterpretasikan nilai distribusi luas antar *patch* penggunaan lahan semakin merata. Nilai SHEI=1, berarti distribusi luasan antar jenis *patch* sudah merata. Nilai SHEI dalam penelitian ini akan dibandingkan antar periode tahunnya.



Keragaman rendah



Keragaman tinggi

**Gambar 3.16.** Ilustrasi Tingkat Keragaman *Patch*

*Sumber: McGarigal, 2015*

Dalam mengukur keragaman, hal yang diperhatikan adalah jumlah jenis *patch* yang berbeda. Semakin besar nilai PR maka dapat disimpulkan untuk keragaman *patch* penggunaan lahan semakin tinggi, begitupun sebaliknya

jika nilai PR rendah maka keragaman juga rendah. Nilai PR dapat dibandingkan untuk setiap tahunnya.

Hasil dari analisis *spatial metric* ini berupa statistik perhitungan yang dapat digunakan sebagai grafik perbandingan pola spasial penggunaan lahan. Untuk setiap hasil perhitungan tersebut tidak bisa digabungkan (*overlay*) satu dengan lainnya karena memiliki satuan yang berbeda dan setiap perhitungan merupakan pengukuran kategori pola spasial dari berbagai sisi seperti keragaman, jarak, kerapatan jenis penggunaan lahan. Untuk setiap Karakteristik pola spasial tiap periode dapat digunakan sebagai bahan rekomendasi untuk merumuskan pola spasial penggunaan lahan yang tepat. Tahapan analisis pola spasial merupakan tahapan terakhir penelitian, hasil yang didapatkan akan menjawab tujuan penelitian yang ingin dicapai.

### 3.7. Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam 5 tahapan yang meliputi perumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data, analisis, dan penarikan kesimpulan. Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.17.** Skema Alur Tahapan Penelitian

*Sumber: Penulis, 2016*

#### 1. Perumusan Masalah

Kegiatan pada tahap ini adalah mengidentifikasi adanya masalah yang terjadi, yaitu penggunaan lahan di Kota Pekalongan banyak yang berubah dikarenakan kenaikan muka air laut. Fenomena kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan terjadi secara berulang-ulang dan setiap tahunnya terjadi. Kondisi yang demikian menyebabkan banyak penduduk yang merubah penggunaan lahannya karena terdampak genangan dari banjir rob kenaikan muka air laut tersebut. Kerugian dari segi aktivitas dan pekerjaan penduduk juga ikut terganggu

karena kenaikan muka air laut. Sehingga diperlukan suatu analisis terkait perubahan penggunaan lahan dan pola spasial di Kota Pekalongan untuk mengoptimalkan perkembangan kota yang berkelanjutan.

## 2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan penghimpunan berbagai landasan teori mengenai perubahan penggunaan lahan, kenaikan muka air laut, dan informasi lain yang relevan dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber teori yang digunakan berupa buku, jurnal, dokumen rencana tata ruang, internet, dan lain sebagainya. Hasil studi literatur tersebut kemudian dirumuskan menjadi landasan teori yang berkaitan dengan penelitian. Pada akhir bagian terdapat sintesa pustaka yang memuat variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

## 3. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui survei primer dan survei sekunder. Data primer didapatkan dari kegiatan observasi lapangan untuk memperoleh informasi penggunaan lahan dan wilayah tergenang kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Data sekunder diperoleh dari survei literature berupa kajian RTRW Kota Pekalongan dan survei media untuk mendapatkan data peta citra Kota Pekalongan. Kebutuhan data disesuaikan dengan analisis variabel yang digunakan dalam penelitian.

## 4. Analisis

Analisis ini dipergunakan sebagai penjabaran dari sasaran yang telah dirumuskan sebelumnya. Setelah data yang diperlukan terhimpun, dilakukan tahap analisis data sesuai dengan tahapan sasaran penelitian yang telah ditetapkan pada metodologi penelitian. Hasil analisis data yang digunakan sebagai dasar penarikan kesimpulan penelitian

## 5. Penarikan Kesimpulan

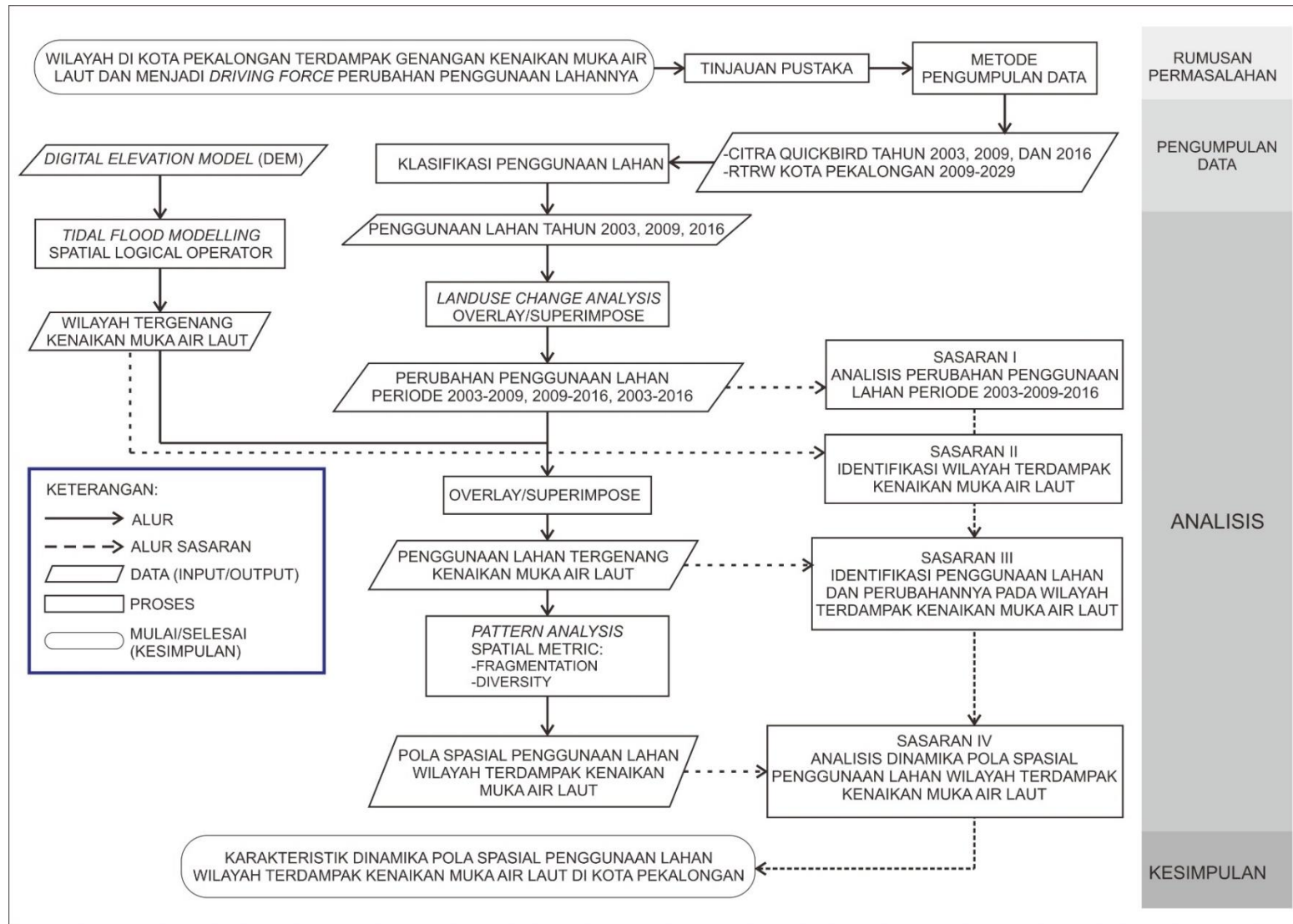
Tahap terakhir dalam proses penelitian ini. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan dari



analisis data. Dalam penarikan kesimpulan dapat didapat ketercapaian dari tujuan akhir penelitian.

### **3.8 Kerangka Pemikiran Studi**

Kerangka pemikiran studi merupakan alur tahapan analisis yang dijelaskan berupa diagram tentang garis besar alur logika dan analisis dalam penelitian ini. Secara garis besar untuk kerangka pemikiran studi terdiri dari 4 tahapan yaitu rumusan permasalahan, pengumpulan data, analisis, dan kesimpulan. Kerangka pemikiran studi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.18.** Kerangka Pemikiran Studi

*Sumber: Penulis, 2006*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

##### **4.1.1 Wilayah Administrasi dan Geografis**

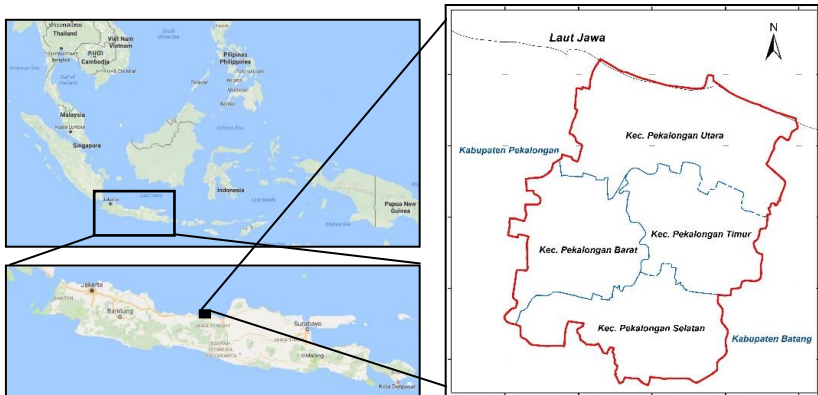
Kota Pekalongan adalah salah satu kota yang berada di pesisir utara pulau Jawa. Secara geografis, Kota Pekalongan membentang antara 6°50'42"-6°55'44"LS dan 109°37'55"-109°42'19"BT dengan kondisi geografis yang relatif datar. Terletak di Provinsi Jawa Tengah, Kota Pekalongan mempunyai luas wilayah sebesar 4.525 Ha, atau sekitar 0,14% dari luas wilayah Provinsi Jawa Tengah. Secara administrasi batas-batas wilayah Kota Pekalongan dengan wilayah sekitarnya adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Laut Jawa

Sebelah Barat : Kabupaten Pekalongan

Sebelah Selatan: Kabupaten Pekalongan dan  
Kabupaten Batang

Sebelah Timur : Kabupaten Batang



**Gambar 4.1.** Orientasi Wilayah Kota Pekalongan

*Sumber: maps.google.co.id*

Kota Pekalongan secara geografis memiliki potensi strategis, karena dilalui jalur transportasi regional yang menghubungkan antara wilayah Provinsi Jawa Barat dengan Jawa Tengah dan mempunyai jalur transportasi antar kabupaten antara lain Kabupaten Pekalongan, Batang, Pemalang dan Banjarnegara. Untuk jarak terjauh Kota Pekalongan dari utara ke selatan mencapai  $\pm 9$  Km, sedangkan dari barat ke timur mencapai  $\pm 7$  Km. Kota Pekalongan memiliki garis pantai sepanjang  $\pm 6,15$  Km dengan kecamatan pesisir terletak di Kecamatan Pekalongan Utara

Kota Pekalongan mempunyai 4 kecamatan yang terbagi lagi menjadi 27 kelurahan yaitu Kecamatan Pekalongan Utara (7 kelurahan), Kecamatan Pekalongan Timur (7 kelurahan), Kecamatan Pekalongan Barat (7 kelurahan), dan Kecamatan Pekalongan Selatan (6 kelurahan). Distribusi luas wilayah Kota Pekalongan antara lain adalah Kecamatan Pekalongan Barat 22% (1.004,9 ha), Kecamatan Pekalongan Timur 21% (951,7 ha), Kecamatan Pekalongan Utara 33% (1.487,8 ha) dan Pekalongan Selatan 24% (1.050,3 ha). Untuk wilayah administrasi kecamatan dan kelurahan berserta luasan wilayah dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.1.** Luas Kecamatan dan Persentase Terhadap Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	LUAS (km <sup>2</sup> )	Persentase
1	Pekalongan Barat	10,05	22,20
2	Pekalongan Timur	9,52	21,04
3	Pekalongan Selatan	10,80	23,87
4	Pekalongan Utara	14,88	32,89
<b>JUMLAH</b>		<b>45,25</b>	<b>100</b>

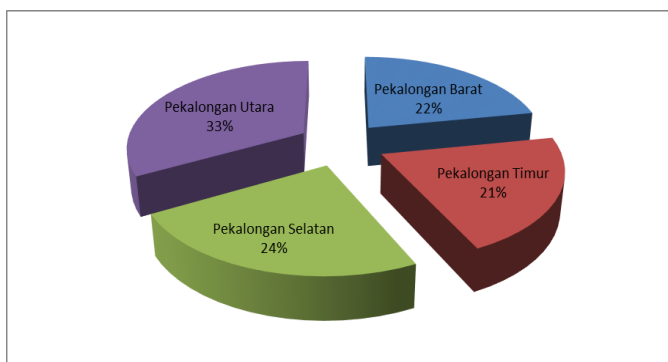
*Sumber: Kota Pekalongan dalam Angka 2016*

**Tabel 4.2.** Wilayah Administrasi Kelurahan dan Luasannya di Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (km <sup>2</sup> )
1	Pekalongan Barat	Medono	0,54
		Podosugih	0,80
		Titro	0,90
		Pringrejo	1,16
		Sapurokebulen	0,34
		Bendankergon	0,62
		Pasirkratonkramat	0,81
	<b>JUMLAH</b>		<b>5,17</b>
2	Pekalongan Timur	Kauman	1,46
		Poncol	0,62
		Klego	0,85
		Gamer	1,70
		Noyontaansari	0,90
		Setono	1,79
		Kalibaros	2,20
	<b>JUMLAH</b>		<b>9,52</b>
3	Pekalongan Selatan	Jenggot	1,03
		Banyurip	0,61
		Buarankradenan	0,45
		Kuripan Kertoarjo	0,59
		Kuripan Yosorejo	1,23
		Sokoduwet	1,13
	<b>JUMLAH</b>		<b>5,0</b>
4	Pekalongan Utara	Bandengan	2,21
		Kandangpanjang	1,51
		Panjang Wetan	1,41

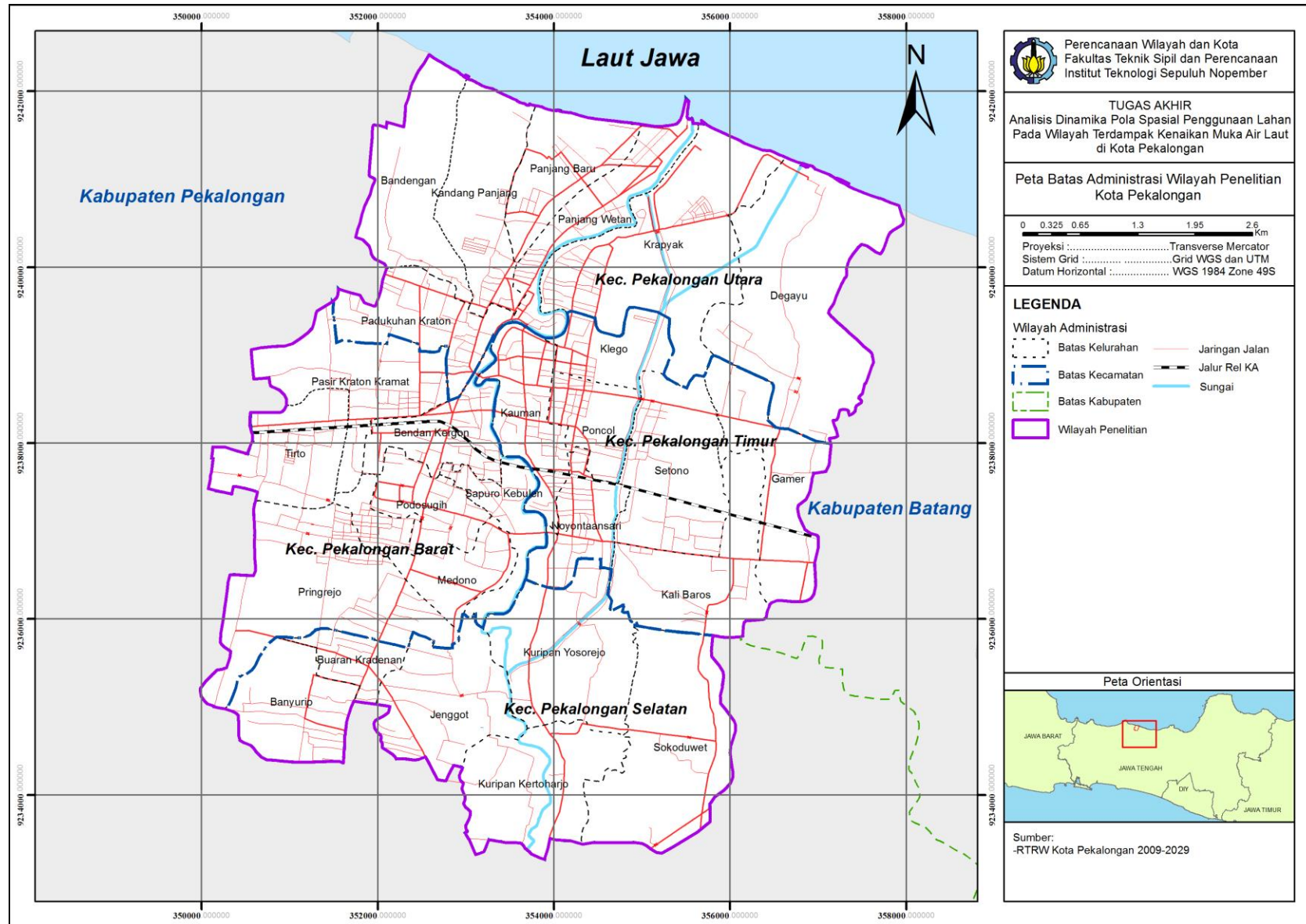
NO	KECAMATAN	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (km <sup>2</sup> )
		Degayu	3,37
		Panjang Baru	0,94
		Krapyak	3,79
		Padukuhan Kraton	1,65
	<b>JUMLAH</b>		<b>14,88</b>

*Sumber: Kota Pekalongan dalam Angka 2016*



**Gambar 4.2.** Persentase (%) Luas Wilayah Kota Pekalongan Tahun 2015

*Sumber: Kota Pekalongan dalam Angka 2016*



**Peta 4.1.** Administrasi dan Wilayah Penelitian Kota Pekalongan  
Sumber: RTRW Kota Pekalongan 2009-2029



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

#### 4.1.2 Kondisi Fisik

Suatu kota mempunyai karakteristik kondisi fisik yang berbeda satu sama lain. Berikut adalah kondisi fisik yang terdapat di Kota Pekalongan

- **Topografi dan kelelerangan**

Kota Pekalongan merupakan wilayah dataran rendah di pantai utara Pulau Jawa dengan ketinggian lahan antara 1 meter di atas permukaan laut pada wilayah bagian utara sampai tertinggi 6 meter pada wilayah bagian selatan. Ditinjau dari kemiringan lahan, Kota Pekalongan termasuk daerah yang relatif datar, yaitu dengan kemiringan lahan rata-rata antara 0-5%. Berdasarkan data DEM (*Digital Elevation Model*) hasil interpolasi titik tinggi RBI yang telah ada, seluas 45% dari wilayah Kota Pekalongan memiliki ketinggian dibawah 1 meter dengan luas 2101,54 ha, dan 54% merupakan wilayah dengan ketinggian 1-5 meter dengan luas 2527,28 ha, sedangkan untuk wilayah dengan ketinggian diatas 5 meter hanya 1% dari luas wilayah keseluruhan yaitu 32,19 ha.

- **Jenis Tanah**

Berdasarkan RTRW Kota Pekalongan jenis tanah yang terdapat di Kota Pekalongan antara lain adalah tanah alluvial hidromorf, alluvial kelabu tua, dan alluvial coklat ke kelabuan. Keadaan tanah di Kota Pekalongan berwarna agak kelabu dengan jenis tanah aluvial yohidromorf. Jenis tanah alluvial hidromorf tersebar di Kelurahan Kandang Panjang, Bandengan, Kraton Kidul, Pabean, Kraton Lor, Panjang Wetan, Krapyak Lor, Degayu. Jenis tanah alluvial hidromorf mempunyai ciri-ciri fisik warna kelabu, bertekstur liat, dan memiliki permeabilitas (infiltrasi) lambat. Jenis tanah ini biasanya banyak digenangi oleh air sehingga warnanya tua kelabu sampai kehitaman. Daerah penyebarannya terdapat di berbagai ketinggian tetapi umumnya di dataran rendah dengan daerah relatif datar. Kemudian jenis tanah alluvial

kelabu tua tersebar di Kelurahan Pasir Sari, Tirto, Kraton Kidul, Kramat Sari, sebagian Bendan, Tegalrejo, Bumirejo, sebagian Medono, Pasir Sari, Buaran, Banyuurip Alit, Buaran, Banyuurip Alit, Banyuurip Ageng, Kradenan, Pringlangu, sebagian Jenggot, sebagian Krapyak Kidul, sebagian Klego, sebagian Poncol, Noyontaan, Landungsari, Kuripan Lor, Dekoro, Gamer, Karangmalang, Baros, Sokorejo, Yosorejo, Kuripan Lor, Soko, Kuripan Kidul, Duwet. Dan jenis tanah alluvial kelabu dan alluvial coklat ke kelabuan tersebar di sebagian Kelurahan Dukuh, Sugih Waras, sebagian Kraton Kidul, Sampangan, Kauman, Kergon, sebagian Bendan, Keputran, Sapuro, sebagian Pasir sari, sebagian Medono, Kebulen, sebagian Jenggot, sebagian Kuripan Lor, dan Kertoharjo. Kota Pekalongan merupakan kawasan pesisir, yaitu merupakan kawasan hilir dan muara beberapa sungai serta jenis tanahnya, dengan kondisi tersebut maka kondisi ini berimplikasi terhadap sebagian wilayah Kota Pekalongan, terutama di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara, sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut, curah hujan dan kondisi aliran sungai dari hulu. Bahkan di beberapa tempat sudah mengalami genangan permanen karena elevasinya yang sangat rendah, dibawah permukaan air laut.

- **Klimatologi dan curah hujan**

Kondisi iklim di wilayah Kota Pekalongan termasuk wilayah tropis dengan curah hujan mencapai 2371 mm atau rata-rata curah hujan mencapai 6,48 mm perhari. Curah hujan dipengaruhi oleh iklim, geografi dan perputaran/pertemuan arus udara. Jumlah hari dan curah hujan di Kota Pekalongan selama setahun sangat bervariasi. Selama kurun waktu 5 tahun terakhir, jumlah hari hujan dan curah hujan paling banyak terjadi di Kota Pekalongan pada tahun 2010, dengan hari hujan sebanyak

153 hari dan curah hujan sebanyak 2381 mm<sup>3</sup>. Selama tahun 2015, jumlah hari hujan sebanyak 2129 mm<sup>3</sup>. Hari hujan dan curah hujan paling banyak terjadi pada bulan Februari yaitu 17 hari dengan curah hujan terbanyak pada bulan Februari yaitu 509 mm<sup>3</sup>.

**Tabel 4.3.** Curah Hujan di Kota Pekalongan Tahun 2015

NO	BULAN	CURAH HUJAN (mm <sup>3</sup> )	HARI HUJAN
1	Januari	346	17
2	Februari	509	17
3	Maret	319	15
4	April	224	10
5	Mei	111	10
6	Juni	32	2
7	Juli	8	3
8	Agustus	121	3
9	September	0	0
10	Oktober	1	1
11	November	56	7
12	Desember	412	15
<b>JUMLAH</b>		2139	100

*Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka, 2016*

#### - Hidrologi

Kota Pekalongan sebagai kota yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa, terdapat beberapa sungai yang bermuara. Terdapat 4 (empat) sungai yang melewati wilayah Kota Pekalongan yaitu Sungai Meduri, Bremi, Pekalongan dan Banger. Keempat sungai tersebut termasuk ke dalam 3 (tiga) daerah aliran sungai (DAS) yaitu DAS Sengkarang, DAS Kupang dan DAS Gabus. Kota Pekalongan merupakan dataran rendah yang menyebabkan laju aliran sungai menuju muara tidak

terlalu deras karena berada pada wilayah muara sehingga setiap limbah yang dibuang ke sungai banyak yang mengendap. Ditambah lagi dengan beban pencemaran dari buangan limbah kegiatan di wilayah Kota Pekalongan maupun dari wilayah hulu (terutama Kabupaten Pekalongan) maka air permukaan di wilayah Kota Pekalongan tidak bisa dimanfaatkan sebagai air baku untuk air bersih.

- **Pantai dan wilayah pesisir**

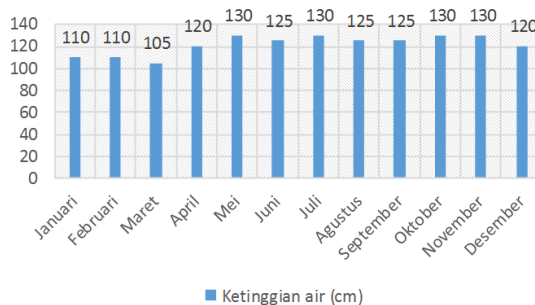
Kota Pekalongan memiliki garis pantai kurang lebih sepanjang  $\pm 6,15$  km yang berada di Kecamatan Pekalongan Utara membentang dari Barat ke Timur berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Di Kota Pekalongan terdapat enam kelurahan yang bagian utara wilayahnya berhubungan langsung dengan perairan Laut Jawa yaitu Kelurahan Bandengan, Kelurahan Kandang Panjang, Kelurahan Panjang Baru, Kelurahan Panjang Wetan, Kelurahan Krapyak Lor dan Kelurahan Degayu. Secara administratif enam kelurahan tersebut masuk wilayah Kecamatan Pekalongan Utara. Secara geomorfologis pantai Kota Pekalongan berbentuk landai didominasi oleh hamparan pasir dengan kemiringan kurang dari  $3^\circ$ , tidak berbatu, perairannya bersifat terbuka, bukan merupakan teluk dan ombak pantainya relatif berkekuatan rendah. Bentuk morfologi pantai di bagian barat, berpasir halus yang bercampur dengan vegetasi seperti semak belukar atau ladang dan di pantai bagian timur, berpasir cenderung berlumpur. Sepanjang pantai di Kota Pekalongan terdapat tanggul dan batu-batu untuk menahan kenaikan muka air laut dan mencegah adanya abrasi.



**Gambar 4.3.** Kondisi Pantai di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Untuk elevasi muka air laut di Kota Pekalongan cukup bervariasi, di waktu-waktu tertentu elevasi pasang cukup tinggi sehingga menyebabkan banjir rob di Kota Pekalongan. Untuk periode tahun 2016, pasang tertinggi terjadi pada bulan Mei, Juli, dan Oktober dengan ketinggian air laut mencapai 130 cm. Dan pada pasang tertinggi tersebut di Kota Pekalongan mengalami kejadian banjir rob, dikarenakan air pasang masuk ke daratan yang menyebabkan rumah dan beberapa penggunaan yang ada tergenang oleh air laut. Berikut adalah grafik ketinggian air maksimum yang terjadi pada tahun 2016.



**Gambar 4.4.** Pasang Maksimum Laut Utara Jawa Tengah 2016

*Sumber: Stasiun Meteorologi Maritim BMKG Klas II Semarang, 2017*

### 4.1.3 Kependudukan dan Perekonomian

Perekonomian Kota Pekalongan tahun 2014 mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Struktur perekonomian Kota Pekalongan dapat diketahui melalui perkembangan dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) pada kurun waktu tertentu baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan tahun 2015. Hal ini ditunjukkan oleh laju pertumbuhan produk pada Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) atas harga konstan sebesar 5,48% yang menurun dari tahun sebelumnya sebesar 5,91%. Pertumbuhan rill secara sektoral pada tahun 2015 terlihat bervariasi, namun secara umum mengalami perbaikan dari tahun sebelumnya. Pertumbuhan tertinggi dicapai oleh sektor Jasa Perusahaan yaitu sebesar 11,98% dan sektor pertanian mengalami pertumbuhan paling lemah yaitu sebesar -2,06%. Sektor perdagangan memberikan sumbangan tertinggi terhadap struktur perekonomian di Kota Pekalongan yaitu sebesar 22,23%.

Jumlah penduduk Kota Pekalongan pada tahun 2015 adalah sejumlah 296.533 jiwa, terdiri dari 148.295 laki-laki (50.00%) dan 148.238 perempuan (50.00%). Jumlah penduduk terbanyak adalah di Kecamatan Pekalongan Barat dengan jumlah penduduk 92814 jiwa. Untuk laju pertumbuhan penduduk mulai tahun 2010 hingga 2015 selalu mengalami peningkatan akan tetapi tidak signifikan.

**Tabel 4.4** Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	JUMLAH PENDUDUK			LAJU PERTUMBUHAN	
		2010	2014	2015	2010-2014	2014-2015
1	Pekalongan Barat	88.897	92.063	92.814	0,71	0,82
2	Pekalongan Timur	62.714	64.277	64.636	0,5	0,56
3	Pekalongan Selatan	55.202	58.733	59.613	1,28	1,50

NO	KECAMATAN	JUMLAH PENDUDUK			LAJU PERTUMBUHAN	
		2010	2014	2015	2010-2014	2014-2015
4	Pekalongan Utara	75.178	78.631	79.47	0,92	1,07
<b>JUMLAH</b>		281.991	293.704	296.533	0,83	0,96

*Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka, 2016*

Kepadatan penduduk di Kota Pekalongan cenderung meningkat seiring dengan kenaikan jumlah penduduk. Pada tahun 2015, kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kecamatan Pekalongan Selatan dengan kepadatan 38592 jiwa/km<sup>2</sup> sedangkan kepadatan paling rendah terdapat di Kecamatan Pekalongan Timur dengan kepadatan 6789 jiwa/km<sup>2</sup>. Kemudian untuk kelurahan dengan kepadatan tertinggi di Kota Pekalongan adalah Kelurahan Sapurokebulen (Pekalongan Barat) dengan kepadatan 36265 jiwa/km<sup>2</sup>.

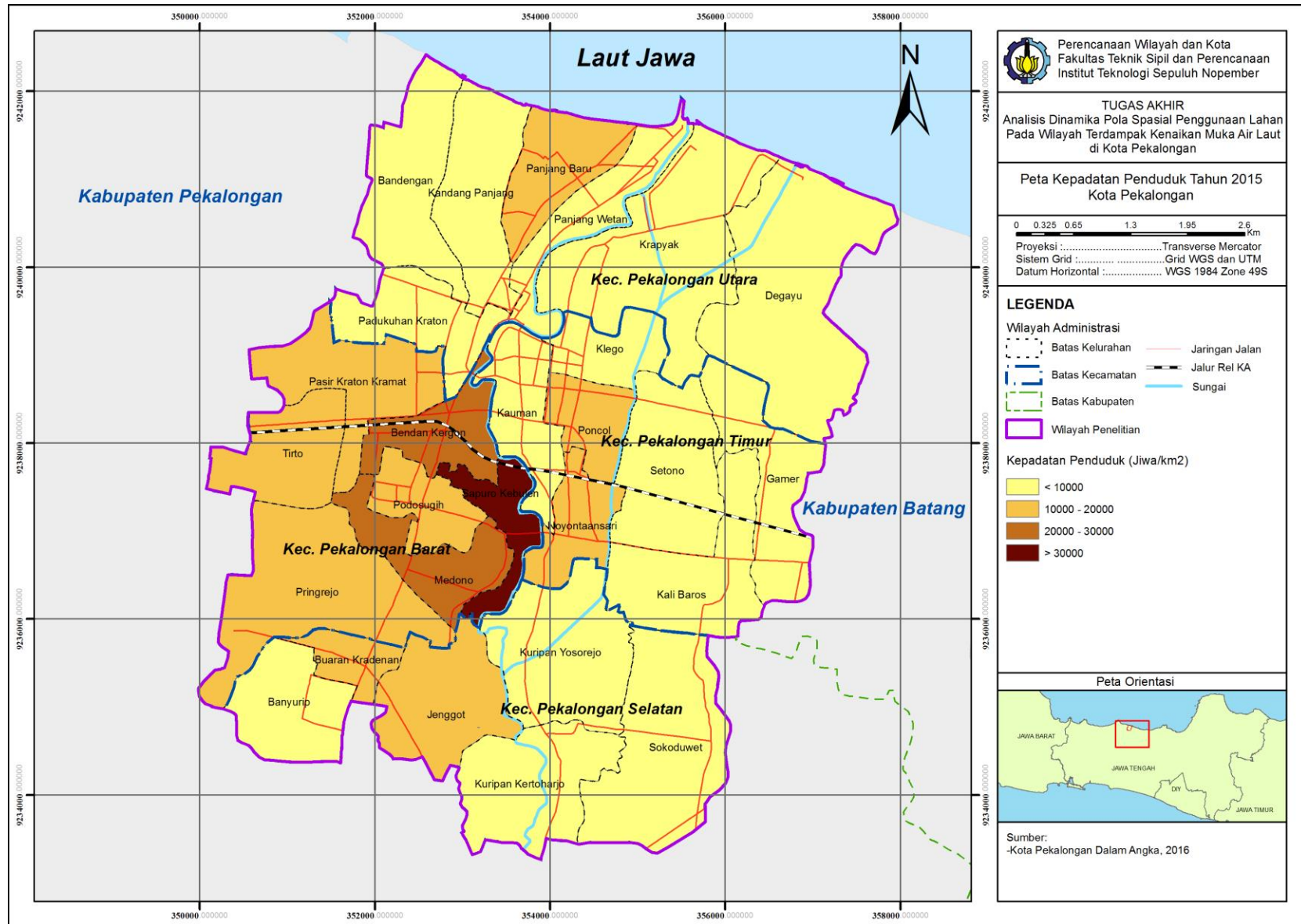
**Tabel 4.5.** Kepadatan Penduduk Tahun 2015 di Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (km2)	JUMLAH PENDUDUK	KEPADATAN PENDUDUK (jiwa/km2)
1	Pekalongan Barat	Medono	0,54	13883	25709
		Podosugih	0,80	9560	11950
		Titro	0,90	10670	11856
		Pringrejo	1,16	16058	13843
		Sapurokebulen	0,34	12330	36265
		Bendankergon	0,62	14353	23150
		Pasirkratonkramat	0,81	15960	19704
	JUMLAH		5,17	92814	17952
2	Pekalongan Timur	Kauman	1,46	10281	7042
		Poncol	0,62	12078	19481
		Klego	0,85	8063	9486
		Gamer	1,70	4880	2871



NO	KECAMATAN	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (km <sup>2</sup> )	JUMLAH PENDUDUK	KEPADATAN PENDUDUK (jiwa/km <sup>2</sup> )
		Noyontaansari	0,90	12587	13986
		Setono	1,79	10362	5789
		Kalibaros	2,20	6385	2902
	JUMLAH		9,52	64636	6789
3	Pekalongan Selatan	Jenggot	1,03	12679	10308
		Banyurip	0,61	10605	6466
		Buarankradenan	0,45	11187	10757
		Kuripan Kertoarjo	0,59	6937	3351
		Kuripan Yosorejo	1,23	11548	5110
		Sokoduwet	1,13	6657	2600
	JUMLAH		5,0	59613	38592
4	Pekalongan Utara	Bandengan	2,21	6093	2757
		Kandangpanjang	1,51	13016	8620
		Panjang Wetan	1,41	9827	6970
		Degayu	3,37	7314	2170
		Panjang Baru	0,94	10557	11252
		Krapyak	3,79	19957	5266
		Padukuhan Kraton	1,65	12686	7688
	JUMLAH		14,88	79470	7688

*Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka, 2016*



**Peta 4.2.** Kepadatan Penduduk Tahun 2015 Kota Pekalongan  
Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2016

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

#### 4.1.4 Jaringan Infrastruktur

Salah satu jaringan infrastruktur di Kota Pekalongan adalah berupa jaringan jalan. Jalan merupakan sarana vital penunjang transportasi yang memiliki peran penting khususnya untuk transportasi darat. Di wilayah Kota Pekalongan dilalui oleh jaringan jalan arteri primer yang menghubungkan antara kota Jakarta dengan Surabaya. Keadaan ini cukup baik, namun memiliki kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi. kepadatan lalu lintas tersebut juga mengindikasikan adanya kegiatan sosial ekonomi yang melalui wilayah Kota Pekalongan cukup tinggi. Akibat lebih jauh keadaan ini mempengaruhi perkembangan lingkungan disekitar jalan raya tersebut yang cukup pesat. Panjang jalan di Kota Pekalongan tahun 2015 adalah 146,28 km. Menurut statusnya 10,73 km adalah jalan negara dan 4,22 km adalah jalan provinsi dan 131,33 km adalah jalan kota. Dari total panjang jalan yang ada tersebut 92,47% sudah diaspal, sementara sisanya 7,53% belum diaspal. Kota Pekalongan dilalui oleh lintas regional yang menghubungkan antar wilayah. Lintas regional ini berstatus sebagai jalan negara yang biasanya disebut dengan jalur pantura dan berfungsi sebagai jalan arteri primer, membelah Kota Pekalongan sepanjang 6,94 km, ber kondisi baik. jalan Negara ini tepat berada di tengah-tengah Kota Pekalongan sehingga dari 4 Kecamatan yang ada, 1 Kecamatan berada disebelah utara, 1 Kecamatan disebelah selatan dan 2 Kecamatan dilalui oleh jalan negara ini. Dari jalan Negara terbentuk jaringan jalan kota/kabupaten yang menghubungkan kecamatan dan desa desa diseluruh wilayah kota pekalongan. panjang jalan kota ini keseluruhannya adalah 104,77 km. Sedangkan dilihat dari fungsinya, wilayah kota pekalongan memiliki beberapa jenis fungsi jalan, yaitu :

- a. Jalan arteri primer, yaitu jalan yang menghubungkan antara Kota Surabaya dan Kota Jakarta ang melalui wilayah Kota Pekalongan.
- b. Jalan kolektor primer, yaitu jaringan jalan yang menghubungkan antara kota/kabupaten yang satu dengan

yang lainnya, yang dalam hal ini adalah jalan dari Kabupaten Batang menuju Kota Pekalongan, dari Kota Kajen menuju Kota Pekalongan dan dari Kota Pemalang menuju Kota Pekalongan.

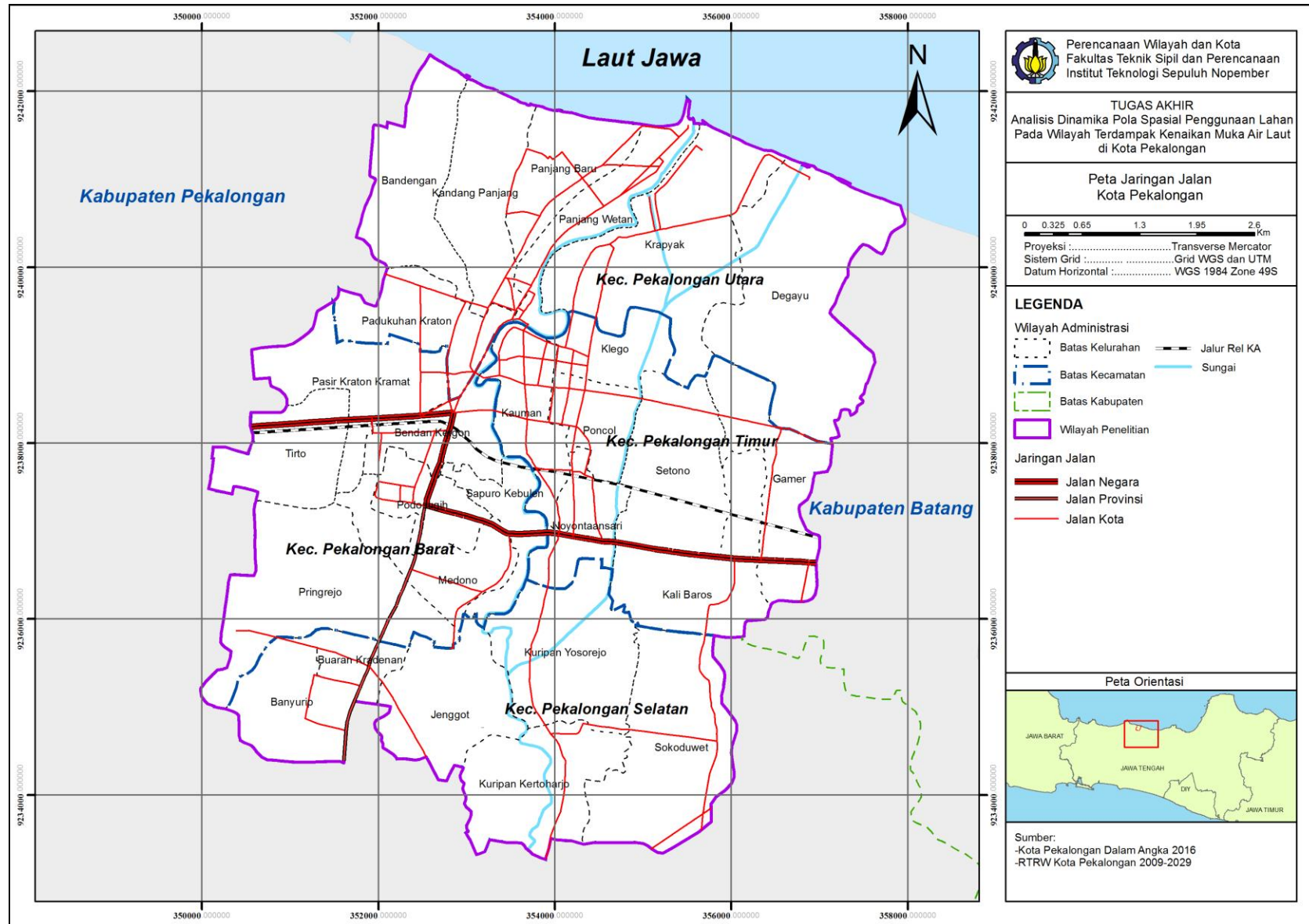
- c. Jalan kolektor sekunder, yaitu jalan ini adalah jalan jalur penghubung pusat-pusat Bagian Wilayah Kota atau antar pusat kegiatan utama dalam kota
- d. Jalan lokal primer, yaitu jaringan jalan antar kecamatan dengan pusat lingkungan.

Berikut adalah panjang dan kondisi jalan di Kota Pekalongan untuk jalan negara, provinsi, dan kota pada tahun 2013, 2014, dan 2015.

**Tabel 4.6.** Statistik Kondisi Jalan Kota Pekalongan

NO	URAIAN	2013	2014	2015
Panjang Jalan (km)				
1	Jalan Negara	10,73	10,73	10,73
2	Jalan Provinsi	4,22	4,22	4,22
3	Jalan Kota	131,33	131,33	131,33
Kondisi Jalan (km)				
1	Baik	99,57	189,91	186,91
2	Sedang	18,33	10,6	10,6
3	Rusak	7,18	5,98	5,98
4	Rusak Berat	6,45	9,64	9,64

*Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka tahun 2016*



**Peta 4.3. Jaringan Jalan Kota Pekalongan**  
 Sumber: RTRW Kota Pekalongan 2009-2029

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Selain jaringan jalan, terdapat juga jaringan drainase di Kota Pekalongan yang menjadi bagian penting di Kota Pekalongan. Berdasarkan data yang ada, sistem jaringan drainase di Kota Pekalongan terbagi menjadi beberapa daerah pelayanan (*catchment area*) yaitu :

- a. Sungai Pekalongan, area pelayanannya meliputi Kelurahan Kandang Panjang, Panjang Wetan, Krapyak, Dukuh, Kraton Lor, Sapuro, Kebulen, Sampangan, Sugih Waras, Kauman, Keputran, Jenggot, Kuripan Lor, dan Kerto Harjo.
- b. Sungai Banger, area pelayanan meliputi Krapyak Kidul, Klego, Poncol, Noyontaan, Dekoro, Karang malang, Sokorejo, Landung sari, Kuripan Lor, dan kerto Harjo.
- c. Sungai Baros, area pelayanannya meliputi Kelurahan Degayu dan Gamer.
- d. Sungai Dekoro, area pelayanannya meliputi kelurahan Krapyak Kidul, Klego, dan Desa Dekoro.
- e. Sungai Asem Binatur, area pelayanannya meliputi kelurahan Podo Sugih, Medono, Kradenan dan Kertoharjo.
- f. Sungai Breml Hilir, area pelayanannya meliputi desa Bandengan, Kraton Lor, Pabean, Pasir Sari, Kramat Sari dan klurahan Kraton Kidul.
- g. Sungai Breml Hulu, area pelayanannya meliputi kelurahan Bendan,Tirto, Tegal Rejo, Medono, Pringlangu, Bumirejo, Buaran, Kradenan, Banyu Urip Ageng dan Jenggot.
- h. Sungai sebulan area pelayanannya meliputi Kelurahan Krapyak Lor, Gamer, Baros, Karang Malang, Sokorejo, Soko dan Duwet.

Kemudian selain itu juga terdapat sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai saluran drainase di Kota Pekalongan antara lain yaitu:

- a. Kali Kupang



Kali Kupang mengalir membelah Kota Pekalongan; hulu Kali Kupang berada di wilayah Kabupaten Pekalongan dan mengalir melewati Kota Pekalongan hingga bermuara di Laut Jawa. Kali Kupang berfungsi sebagai penyalur banjir dari daerah hulu. Di wilayah Kota Pekalongan Kali Kupang mempunyai tanggul yang lebih tinggi dari permukaan tanah di sekitarnya sehingga air hujan di sekitar kali tidak dapat dialirkan masuk ke Kali Kupang. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan air akibat hujan di wilayah kanan-kiri Kali Kupang.

b. Kali Banger

Kali Banger berawal dari percabangan Kali Kupang dan mengalir ke laut di sebelah timur Kali Kupang. Di wilayah kelurahan Degayu, Klego dan Krapyak Lor tanggul kali cukup tinggi dan permukaan tanah di sekitarnya lebih rendah sehingga air hujan tidak dapat dimasukkan ke Kali banger. Hal ini menyebabkan pada daerah tersebut dimuka menjadi langganan genangan banjir pada musim penghujan.

c. Kali Gawe

Kali Gawe bagian hulunya berada di wilayah Kabupaten Pekalongan. Kali Gawe mempunyai tanggul yang cukup tinggi terutama di sebelah hulu bendung Kesetu. Hal ini menyebabkan air hujan dari sekitar / kanan-kiri Kali Gawe tidak dapat dimasukkan ke Kali Gawe. Hal menyebabkan terjadinya genangan air hujan di kanan-kiri Kali Gawe karena air hujan tidak dapat dialirkan ke Kali Gawe.

d. Kali Bremi

Kali Bremi hulunya mulai dari bangunan sadap Podo Timur 7 (B. Pt 7.) mengalir ke utara kemudian bertemu dengan Kali Weduri.

#### **4.1.5 Penggunaan Tanah**

Menurut data statistik, penggunaan tanah di Kota Pekalongan dibedakan menjadi tanah sawah dan tanah kering.

Luas tanah di Kota Pekalongan tidak mengalami perubahan dari tahun ke tahun, namun apabila dilihat dari fungsi/penggunaannya maka mengalami pergeseran. Tanah sawah luasnya setiap tahun berkurang, sebaliknya tanah kering mengalami peningkatan perluasan. Tahun 2015, luas sawah adalah 1162 Ha, berkurang sekitar 2,2% dari luas 1188 Ha pada tahun 2014. Sedangkan tanah kering mengalami penambahan 0,2% dari luas 3357 Ha pada tahun 2014.

**Tabel 4.7.** Penggunaan Tanah di Kota Pekalongan Tahun 2015

NO	KECAMATAN	PENGUNAAN TANAH (Ha)		JUMLAH (Ha)
		SAWAH	TANAH KERING	
1	Pekalongan Barat	151	854	1005
2	Pekalongan Timur	329	623	952
3	Pekalongan Selatan	435	645	1488
4	Pekalongan Utara	247	1241	1080
<b>JUMLAH</b>		1162	3363	4525
<b>2014</b>		1188	3357	4525
<b>2013</b>		1296	3329	4525
<b>2012</b>		1238	3287	4525
<b>2011</b>		1248	3277	4525

*Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka, 2016*

Di Kota Pekalongan terdapat banyak penggunaan lahan sebagai lahan budidaya perikanan darat dan pertanian. Untuk budidaya perikanan darat meliputi tambak (payau) dan kolam ikan (tawar). Untuk keberadaan perikanan darat di Kota Pekalongan setiap tahunnya mengalami penambahan, khusus untuk tambak yang terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara dan setiap tahunnya selalu mengalami penambahan luas.



**Gambar 4.5.** Penggunaan Lahan Tambak di Kota Pekalongan  
*Sumber: Survei lapangan, 2016*

**Tabel 4.8.** Penggunaan Lahan Budidaya Perikanan di Kota Pekalongan

TAHUN	LUAS LAHAN BUDIDAYA (HA)					
	AIR PAYAU			AIR TAWAR		TOTAL
	TAMBAK EXITING	JARING TANCAP	LAHAN IDLE	KOLAM	KARAMBA	
2011	290	-	530	4	-	824
2012	338	30	452	5	-	825
2013	348	90	382	5	-	825
2014	373	95	352	5	2	827
2015	377	97	346	5	2	827

*Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Pekalongan, 2017*

Kemudian untuk penggunaan lahan sebagai pertanian, dalam hal ini adalah sawah, pada tahun 2015 mengalami banyak konversi lahan menjadi tambak dan rawa. Karakteristik penggunaan lahan pertanian di Kota Pekalongan adalah tiap tahunnya selalu mengalami penurunan Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya banjir rob yang melanda Kota Pekalongan.

**Tabel 4.9.** Data Lahan Pertanian Kota Pekalongan Tahun 2015

NO	KECAMATAN	LUAS BAKU SAWAH (Ha)	LUAS SAWAH BERALIH TAMBAK (Ha)	LUAS SAWAH BERUBAH RAWA (Ha)
1	Pekalongan Barat	152.67	0	0
2	Pekalongan Timur	345.96	0	0
3	Pekalongan Utara	402.76	83.67	70.36
4	Pekalongan Selatan	448.76	0	0
JUMLAH		1,350.15	83.67	70.36

*Sumber: Dinas Pertanian, Peternakan, dan Kelautan Kota Pekalongan, 2016*

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa untuk perubahan lahan sawah menjadi tambak dan rawa, hanya terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara. Untuk kecamatan lainnya tidak mengalami konversi menjadi tambak ataupun rawa. Menurut data Dinas Pertanian, Peternakan, dan Kelautan Kota Pekalongan, untuk lahan sawah yang berubah menjadi tambak dan rawa adalah lahan sawah yang tergenang oleh banjir rob. Sawah yang sudah tergenang air laut sudah tidak dapat dipergunakan lagi untuk ditanami tanaman pangan, oleh karena itu dikonversikan menjadi penggunaan lahan lainnya.

#### **4.1.6 Kebencanaan**

Suatu bencana dapat disebabkan oleh kejadian alam (*natural disaster*) maupun oleh ulah manusia (*man-made disaster*). Kota Pekalongan sebagai wilayah pesisir di pulau Jawa, memiliki tingkat resiko dan kejadian bencana tersendiri. Bencana yang paling sering terjadi di Kota Pekalongan adalah banjir rob di samping bencana-bencana lainnya yang pernah terjadi. Secara tektonik, Kota Pekalongan merupakan daerah yang relatif stabil karena tidak dilalui oleh suatu jalur struktur patahan aktif dan

dengan litologi yang berupa endapan sedimen *alluvium* yang mempunyai sifat mengabsorpsi gelombang gempa karena karakteristik dari material pembentuknya. Berdasarkan hal tersebut maka tingkat seismisitas Kota Pekalongan sangat kecil. Kota Pekalongan juga merupakan kota industri batik dimana banyak melibatkan *home industry* dimana dalam proses pembuatannya menghasilkan limbah cair dan langsung dibuang ke sungai tanpa melalui instalasi pengolahan limbah yang memadai. Hal ini dapat menyebabkan bahaya biologi dan penurunan kualitas lingkungan.

Kota Pekalongan dengan karakteristik laut lepas tanpa adanya suatu penghalang alami yang dapat berupa gugusan karang ataupun hutan bakau menjadikan wilayah Kota Pekalongan rentan terjadi erosi pantai atau abrasi yang diakibatkan oleh gelombang laut. Abrasi/erosi pantai diakibatkan oleh proses alami (angin, gelombang, arus, pasang surut dan sedimentasi), dan aktivitas manusia (pembangunan pelabuhan, reklamasi pantai untuk pemukiman, pelabuhan udara dan industri serta penambangan pasir) ataupun kombinasi keduanya. Namun demikian penyebab utama di Kota Pekalongan adalah gerakan gelombang pada pantai terbuka. Disamping itu karena keterkaitan ekosistem maka perubahan hidrologis dan oceanografis juga dapat mengakibatkan abrasi/erosi kawasan pesisir. Peristiwa abrasi/erosi pantai dapat mengakibatkan gangguan terhadap kawasan pemukiman, pertambakan dan sarana perhubungan, sedangkan peristiwa pendangkalan atau sedimentasi di wilayah pantai dapat merupakan keuntungan dan sebaliknya dapat pula merupakan kerugian, hal ini sangat tergantung pada kondisi lingkungan setempat. Di Kota Pekalongan pendangkalan atau sedimentasi terjadi di muara sungai Pekalongan yang mengakibatkan gangguan lalu lintas kapal perikanan dari dan ke Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Selain itu terdapat intrusi air laut ke areal persawahan dan telah terjadi di hampir semua wilayah kelurahan pantai Kota Pekalongan. Penyebabnya adalah telah terjadi penebangan *mangrove* untuk pemukiman dan pertambakan

serta eksploitasi air tanah yang berlebihan. Akibatnya kualitas air tanah cukup terdegradasi dan areal persawahan di beberapa tempat tidak dapat lagi digunakan untuk menanam padi. Sedangkan pengambilan pasir pantai juga telah sering dilakukan oleh penduduk setempat namun belum sampai terjadi penambangan secara besar-besaran.

Di Kota Pekalongan walaupun tergolong wilayah landai, akan tetapi memiliki resiko bencana tanah longsor. Telah terjadi beberapa kali untuk bencana tanah longsor di Kota Pekalongan. Untuk wilayah yang rawan longsor adalah di beberapa titik tepi sungai yang terdapat di beberapa kelurahan. Beberapa daerah di pinggiran sungai Kota Pekalongan tidak memiliki penyangga sehingga mempunyai tingkat kerentanan gerakan tanah yang berpotensi terjadi longsor. Berikut adalah wilayah di Kota Pekalongan yang termasuk dalam bahaya longsor.

**Tabel 4.10.** Wilayah Bahaya Tanah Longsor di Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	RAWAN TANAH LONGSOR
1	Pekalongan Timur	Kelurahan Kalibaros
2	Pekalongan Selatan	Kelurahan Kuripankertoharjo
		Kelurahan Kuripan Yosorejo
3	Pekalongan Barat	Kelurahan Sapuro Kebulen

*Sumber: BPBD Kota Pekalongan, 2016*

Bencana yang sering terjadi di Kota Pekalongan adalah bencana banjir. Baik itu banjir genangan hujan maupun banjir rob akibat kenaikan muka air laut. Hampir di semua kecamatan terjadi bencana banjir yang diakibatkan genangan air hujan. Banjir menjadi potensi yang besar karena topografi wilayah Kota Pekalongan yang sangat datar dan merupakan kawasan muara dari beberapa sungai dari kawasan hulu di daerah lainnya. Bencana yang cukup signifikan memberikan dampak bagi masyarakat yang tinggal di Kota Pekalongan, khususnya Kecamatan Pekalongan Utara antara lain bencana banjir dan banjir rob/pasang. Bencana tersebut memberi dampak pada kehidupan masyarakat yang tinggal di Kota Pekalongan. Tidak hanya berdampak pada

kerusakan infrastruktur dan sarana wilayah saja, melainkan juga pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat setempat. Jumlah kawasan kumuh (*slum area*) yang masih terdapat di wilayah Kota Pekalongan, terutama disebabkan oleh bencana rob ini. Faktor pemicu terjadinya kawasan kumuh, bukan hanya karena prasarana dan sarana perumahan dan permukiman yang tidak memadai saja tetapi akibat rob yang lebih dominan.

Rob merupakan gejala alam, yang biasanya terjadi pada saat kondisi bulan purnama. Saat itu gaya gravitasi bulan terhadap bumi sangat kuat sehingga gerak air laut ke arah pantai lebih kuat daripada di hari-hari biasa. Ini terjadi di sepanjang musim, baik musim hujan maupun musim penghujan. Bencana rob yang terjadi disinyalir dikarenakan adanya pemanasan global, dan akan tambah parah ketika musim penghujan. Hal tersebut dikaitkan dengan karakteristik Kota Pekalongan yang merupakan kawasan pesisir dan memiliki elevasi wilayah yang rendah menjadikan Kota Pekalongan sering mengalami banjir rob.

Banjir rob di Kota Pekalongan hampir terjadi setiap hari ketika air laut pasang dan sudah berlangsung selama bertahun-tahun, biasanya paling banyak terjadi pada bulan April sampai Oktober dengan ketinggian rendaman mencapai semata kaki orang dewasa dan jaraknya mencapai kira-kira 1 km ke arah darat. Banjir rob terjadi di daerah-daerah yang permukaan tanahnya lebih rendah daripada permukaan air laut. Rob di Kota Pekalongan sampai saat ini masih menjadi masalah yang belum ditemukan solusinya, meskipun terdapat pintu-pintu pengendali rob pada beberapa tempat di wilayah pantai. Dilansir dari berita JawaPos.com tanggal 30 Mei 2016, bencana banjir yang melanda Pekalongan semakin parah dan merupakan yang tertinggi sejak beberapa bulan terakhir. Terdapat ratusan rumah warga yang tergenang, terutama yang terletak di tepi sungai karena genangan banjir rob yang terjadi juga ditambah dengan air limpasan dari sungai. Dengan adanya situasi seperti tersebut maka dibutuhkan sejumlah tindakan antisipasi terhadap bencana rob. Berikut adalah wilayah bahaya banjir di Kota Pekalongan Pada Tahun 2016.

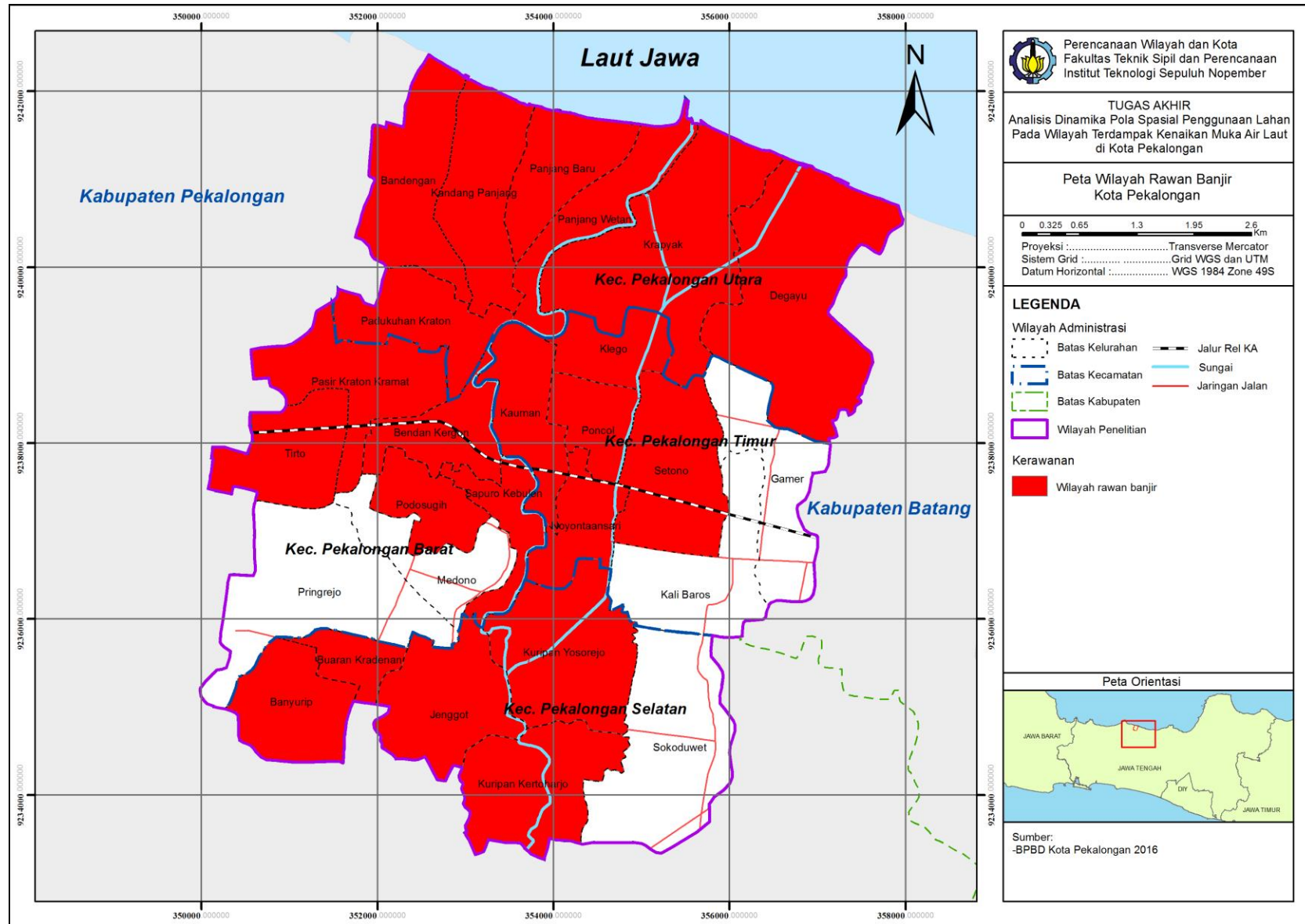
**Tabel 4.11.** Wilayah Rawan Banjir di Kota Pekalongan

NO	KECAMATAN	DESA RAWAN BANJIR
1	Pekalongan Utara	Krapyak
		Padukuhan Kraton
		Kandang Panjang
		Degayu
		Panjang Baru
		Panjang Wetan
		Bandengan
2	Pekalongan Barat	Sapuro Kebulen
		Bendan Kergon
		Pasir Kraton Kramat
		Podosugih
		Tirto
3	Pekalongan Timur	Noyontaansari
		Kauman
		Setono
		Poncol
		Klego
4	Pekalongan Selatan	Buaran Kradenan
		Kuripan Kertoharjo
		Kuripan Yosorejo
		Banyuurip
		Jenggot

*Sumber: BPBD Kota Pekalongan, 2016*



*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*



**Peta 4.4.** Wilayah Rawan Banjir Kota Pekalongan  
Sumber: BPBD Kota Pekalongan 2016

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Bencana rob yang terjadi menggenangi permukiman dan lahan produktif warga. Lahan produktif yang tergenang antara lain adalah lahan pertanian, hal tersebut menimbulkan banyak kerugian bagi petani dan sebagai pemicu dari konversi lahan sawah ke penggunaan lahan lainnya karena sawah yang telah tergenang air rob tidak bisa digunakan lagi untuk ditanami tanaman pangan.

**Tabel 4.12.** Luasan Sawah yang Tergenang Rob Tahun 2015

NO	KECAMATAN	LUAS SAWAH TERGENANG ROB (HA)
1	Pekalongan Barat	60.46
2	Pekalongan Timur	0
3	Pekalongan Utara	100.90
4	Pekalongan Selatan	0
<b>JUMLAH</b>		<b>161.36</b>

*Sumber: Dinas Pertanian, Peternakan, dan Kelautan Kota Pekalongan, 2016*



**Gambar 4.6.** Sawah Tergenang Rob di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei lapangan, 2016*

Kemudian untuk dampak rob secara keseluruhan di Kota Pekalongan antara lain sebagai berikut:

- Rumah warga tergenang dan dalam waktu yang lama
- Tanaman budidaya rusak dan mati
- Sawah tidak bisa ditanami lagi
- Aktivitas aksesibilitas masyarakat terhambat
- Kegiatan *home industry* batik terganggu
- Sumur warga sudah tidak digunakan.

- Jaringan sanitasi tidak dapat dipergunakan
- Beberapa mata pencaharian masyarakat hilang
- Sebagian rumah tidak dapat ditinggali lagi

Untuk menanggulangi bencana rob di Kota Pekalongan, pemerintah Kota sudah melakukan berbagai upaya seperti peninggian infrastruktur jalan, sosialisasi warga, dan penyediaan tempat penampungan ketika terjadi bencana rob yang tinggi. Berikut adalah lokasi penyediaan shelter sebagai penampungan sementara warga yang terdampak bencana rob.

**Tabel 4.13.** Lokasi Shelter Penampungan Sementara

NO	KECAMATAN	LOKASI SHELTER
1.	Pekalongan Utara	Gor Jetayu
		Kantor PMI
		Gedung STAIN
2.	Pekalongan Barat	Masjid Al Karomah
		Lapangan Stadion Kraton
3.	Pekalongan Timur	Lap. Alun-Alun
4.	Pekalongan Selatan	RS. Juned

*Sumber: BPBD Kota Pekalongan, 2016*

Dalam perda RTRW Kota Pekalongan 2009-2029 sudah ditetapkan untuk kawasan strategis sebagai pengendali banjir dan rob. Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup di Kota Pekalongan diarahkan pada kawasan *polder* pengendali banjir dan rob di Kelurahan Bandengan dan Kelurahan Kandang Panjang Kecamatan Pekalongan Utara, yang berbatasan dengan wilayah Desa Jeruksari Kabupaten Pekalongan.

Kemudian dalam beberapa tahun ini, upaya untuk menanggulangi rob/air pasang di wilayah Kota Pekalongan terus-menerus dilakukan namun kawasan tergenang rob senantiasa bertambah luas dan bertambah intensitasnya. Pembangunan fisik dan infrastruktur penanggulangan rob telah dilakukan sejak tahun 2014 dengan dana APBD Kota dan bantuan Provinsi sampai sekarang, akan tetapi masih belum bisa menyelesaikan permasalahan rob yang ada. Berikut adalah jenis program

infrastruktur penanggulangan rob yang pernah dilakukan dari tahun 2004-2015.

**Tabel 4.14** Program Infrastruktur Penanggulangan Rob

NO	PROGRAM PENANGGULANGAN ROB
1	Pembangunan Revetment
2	Pembangunan Drainase Primer
3	Pembuatan parapet
4	Pembangunan pemecah gelombang
5	Pembangunan saluran pengendali banjir
6	Pembangunan dinding saluran
7	Pembangunan groin pantai
8	Pembangunan reservor pengendali banjir
9	Pengadaan pompa air pengendali banjir
10	Pembangunan break water pantai

*Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kota Pekalongan, 2017*

#### 4.1.7 Arahan Kebijakan Tata Ruang

Dalam konteks nasional, Kota Pekalongan mempunyai kedudukan dan peran yang strategis. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) dan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah, Kota Pekalongan ditetapkan sebagai salah satu Pusat Kegiatan Wilayah (PKW).

Dalam konteks regional, peran Kota Pekalongan juga berfungsi sebagai pusat kegiatan lokal dan regional. Dalam hal ini Kota Pekalongan menjadi pusat pelayanan bagi seluruh wilayahnya. Sebagai pusat kegiatan lokal, maka fungsi Kota Pekalongan adalah sebagai berikut:

- Pusat jasa-jasa keuangan yang melayani satu kota.
- Pusat pengolahan/pengumpul barang untuk beberapa kecamatan.
- Simpul transportasi untuk beberapa kecamatan,
- Pusat jasa pemerintahan untuk beberapa kecamatan.
- Bersifat khusus karena mendorong perkembangan sektor strategis atau kegiatan khusus lainnya.

Dalam pengembangan wilayah Jawa Tengah, Kota Pekalongan masuk dalam Kawasan Petanglong bersama Kabupaten Batang dan Kabupaten Pekalongan. Petanglong merupakan rencana penetapan kawasan strategis berupa kawasan strategis dari sudut kepentingan pertumbuhannya ekonomi. Pada Kawasan Petanglong, kota-kota yang ada berdasarkan skala pelayanannya dikelompokkan ke dalam skala pelayanan wilayah dan skala pelayanan lokal, untuk Kota Pekalongan adalah skala pelayanan wilayah. Kawasan ini berpotensi untuk diarahkan sebagai kawasan andalan. Kawasan ini bertujuan untuk mensinergiskan antar wilayah kabupaten pelayanannya (Kabupaten Pekalongan, dan Kabupaten Batang) karena kawasan ini dilalui jalur pantura yang berkembang pesat meninggalkan wilayah bagian tengah dan selatan.

Dalam RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029, rencana pengelolaan ruang wilayah Kota Pekalongan terdiri dari pengelolaan kawasan lindung dan budidaya. Pengelolaan kawasan lindung bertujuan untuk mencegah kerusakan fungsi lingkungan. Sedangkan pengelolaan kawasan budidaya bertujuan untuk meningkatkan daya guna dan hasil guna pemanfaatan ruang, menjaga kelestarian lingkungan serta menghindari konflik pemanfaatan ruang. Di Kota Pekalongan, rencana pelestarian kawasan lindung terdiri kawasan perlindungan setempat dan kawasan rawan bencana. Kawasan rawan bencana adalah kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana alam. Tujuan perlindungan kawasan ini adalah untuk melindungi manusia dan kegiatannya dari bencana yang disebabkan oleh alam maupun secara tidak langsung oleh perbuatan manusia. Kawasan rawan bencana yang terdapat di Kota Pekalongan yang teridentifikasi adalah kawasan rawan bencana genangan akibat air hujan dan rob. Kawasan rawan banjir merupakan kawasan lindung yang bersifat sementara, sampai dengan teratasinya masalah banjir secara menyeluruh dan permanen di tempat tersebut. Pengelolaan kawasan budidaya bertujuan untuk meningkatkan daya guna dan hasil guna sumberdaya serta untuk

menghindari konflik pemanfaatan ruang dan kelestarian lingkungan hidup. Pengembangan kawasan budidaya di Kota Pekalongan terdiri :

- Lahan Pertanian
- Peruntukan Permukiman
- Peruntukan Kegiatan Perdagangan dan Jasa
- Peruntukan Kegiatan Industri
- Peruntukan Kegiatan Pariwisata
- Peruntukan Kegiatan Sarana Perkotaan

Untuk pusat pelayanan kota meliputi Kawasan Alun-alun Pekalongan di sebagian Kelurahan Kauman, sebagian Kelurahan Keputran dan sebagian Kelurahan Sugih Waras, Kecamatan Pekalongan Timur sebagai pusat kegiatan perdagangan-jasa skala regional dan pusat pelayanan peribadatan skala regional.

Kemudian terdapat kawasan strategis yang merupakan kawasan yang didalamnya berlangsung kegiatan yang berpengaruh besar terhadap ekonomi, sosial, budaya dan/atau lingkungan yang dilakukan untuk mengembangkan, melestarikan, melindungi dan/atau mengkoordinasikan keterpaduan pembangunan dengan nilai strategis kawasan yang bersangkutan dalam mendukung penataan ruang wilayah Kota Pekalongan. Pengendalian banjir rob termasuk dalam pengembangan kawasan strategis kota dari sudut pandang kepentingan lingkungan, antara lain adalah konservasi pantai untuk peruntukkan mangrove dan terumbu karang. Selain itu untuk kawasan rawan bencana banjir rob di Kota Pekalongan diatur dalam ketentuan peraturan zonasi.

## **4.2 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan**

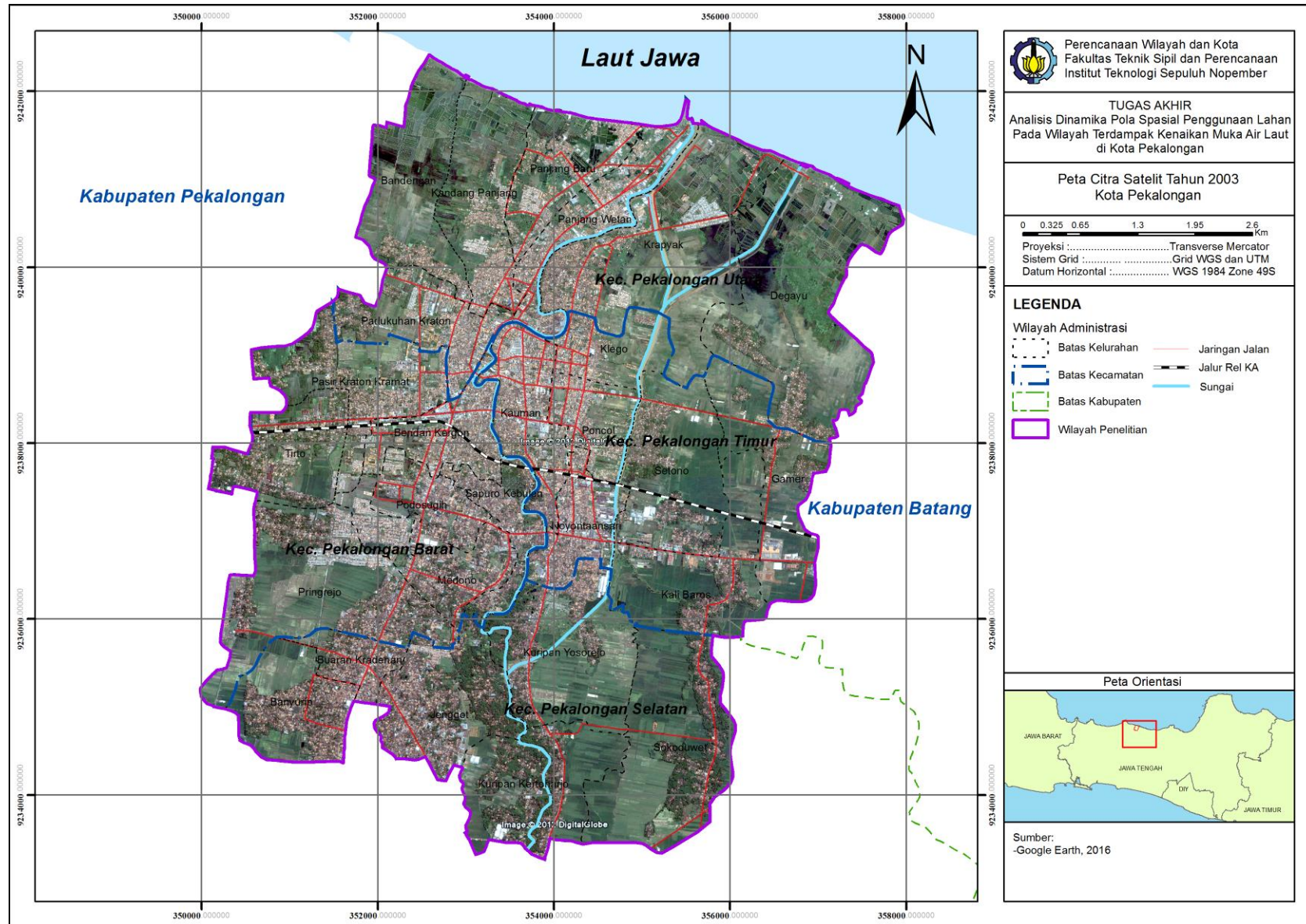
Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya yang terjadi di Kota Pekalongan secara spasio temporal. Akan diketahui terkait dengan sebaran perubahan penggunaan lahan dan statistiknya di Kota Pekalongan. Data penggunaan lahan yang dihasilkan akan digunakan untuk analisis selanjutnya sehingga menjawab tujuan



penelitian yaitu terkait dengan dinamika pola spasial penggunaan lahan di Kota Pekalongan.

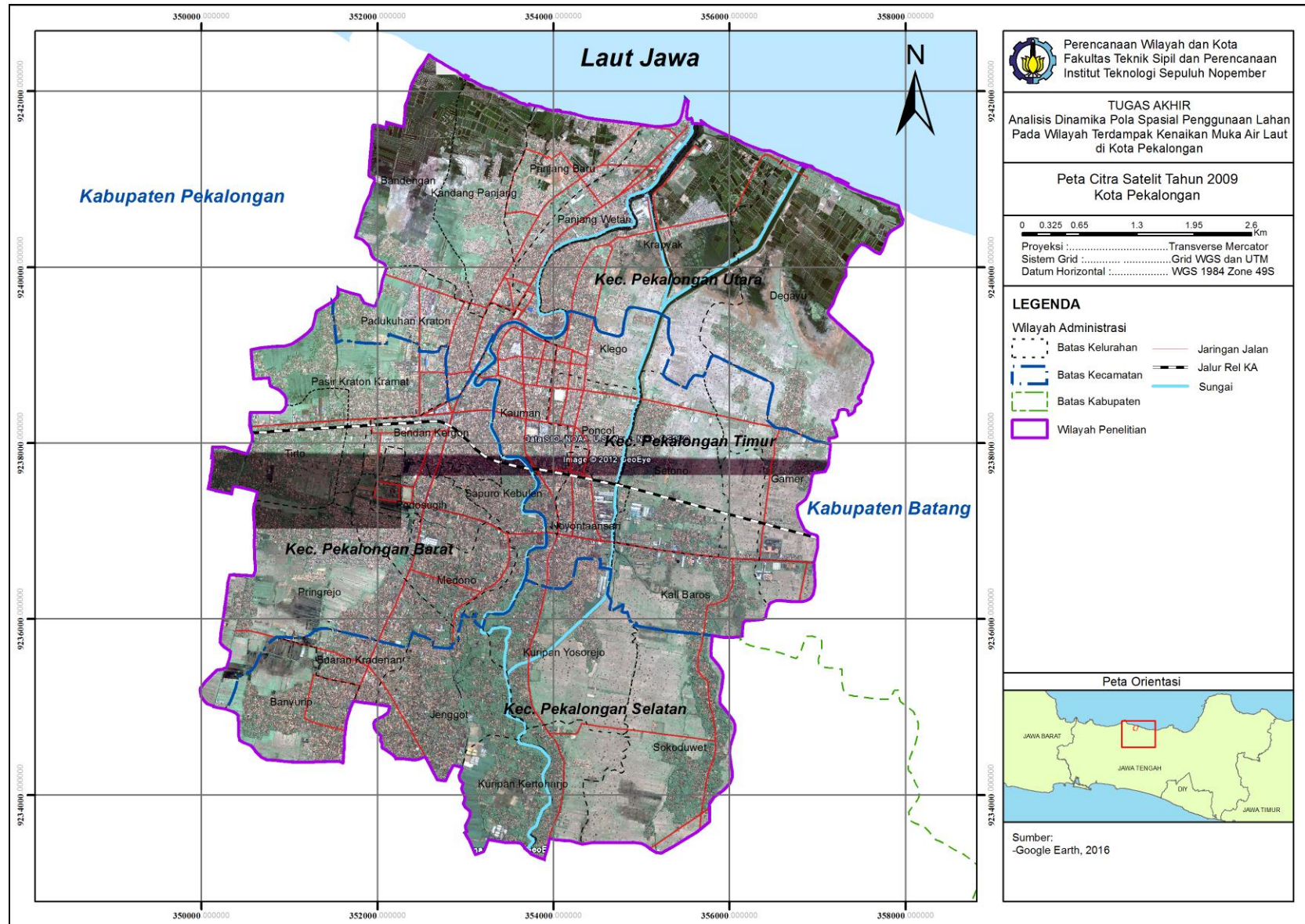
#### **4.2.1 Klasifikasi Penggunaan Lahan**

Proses klasifikasi penggunaan lahan di Kota Pekalongan ini menggunakan data dari citra satelit yang kemudian dilakukan validasi di lapangan. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Quickbird yang didapat dari Google Earth. Citra resolusi paling tinggi di Google Earth adalah Digital Globe's Quickbird (Mohammed, Ghazi, dan Mustafa, 2013). Citra satelit Quickbird yang digunakan adalah secara multi temporal, yaitu dalam rentang citra tahun 2003, 2009, dan 2016 sesuai dengan ketersediaan *historical imagery* di Google Earth dan kebutuhan untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kurun waktu tersebut. Citra Quickbird yang didownload mencapai resolusi 50cm menggunakan *Google Earth Pro*. Dengan resolusi yang sangat tinggi tersebut dapat menyajikan data cukup akurat untuk mengidentifikasi daerah lokasi penelitian dengan baik. Dengan resolusi yang tinggi, proses klasifikasi penggunaan lahan bisa lebih jelas. Citra Quickbird yang didapatkan berupa beberapa lembar peta yang telah direktifikasi.



**Peta 4.5.** Citra Satelit Kota Pekalongan 2003  
Sumber: Google Earth, 2016

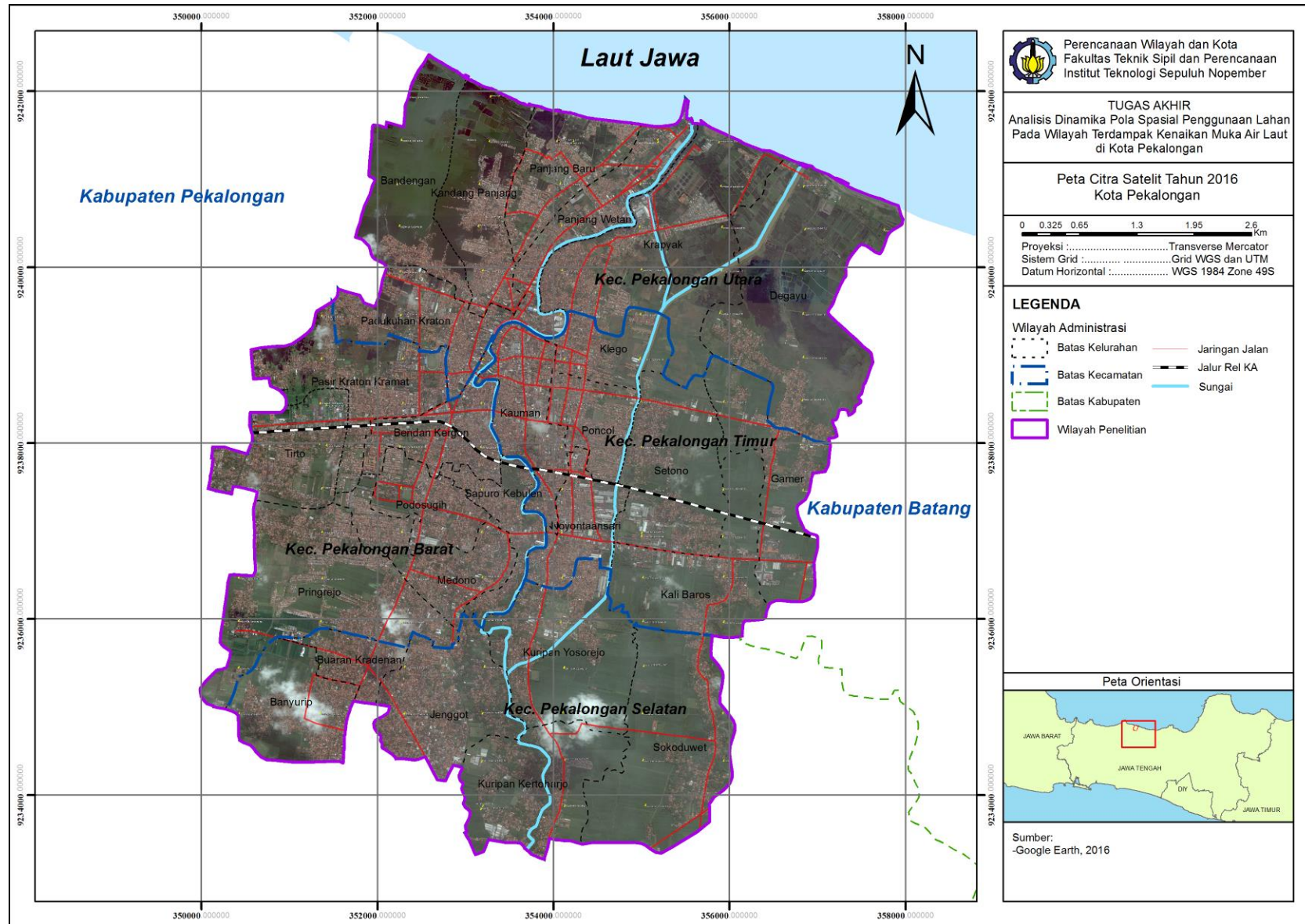
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.6.** Citra Satelit Kota Pekalongan 2009  
Sumber: Google Earth, 2016

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*





**Peta 4.7.** Citra Satelit Kota Pekalongan 2016  
Sumber: Google Earth, 2016

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Citra Quickbird Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016 yang telah didapatkan kemudian dilanjutkan dengan proses klasifikasi penggunaan lahan. Proses klasifikasi penggunaan lahan dari citra dalam penelitian ini menggunakan *digitation on screen* dengan GIS. Kenampakan gambar secara visual pada citra dikelompokkan berdasarkan kesamaan untuk menjadi *vector* kelas penggunaan lahan. Menurut Wahyudin (2013), Interpretasi citra visual/manual dilakukan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek-objek permukaan bumi yang tampak pada citra satelit. Interpretasi menggunakan 6 kunci pengenalan citra yaitu warna, bentuk, ukuran, tekstur, bayangan, dan situs. Setiap jenis penggunaan lahan memiliki karakteristik tertentu yang berbeda dengan jenis penggunaan lahan lainnya.

Klasifikasi jenis penggunaan lahan pada penelitian ini mengacu pada SNI 7645:2010 tentang klasifikasi penutup lahan dan Permen PU Nomor 41 Tahun 2007 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya yang kemudian disesuaikan dengan ketersediaan penggunaan lahan di wilayah penelitian. Untuk proses klasifikasi penggunaan lahan pada penelitian ini mengarah pada supervised classification, yaitu menggunakan sampel yang telah diketahui identitasnya untuk digunakan dalam mengidentifikasi bagian yang belum diketahui. Penggunaan lahan yang dihasilkan merupakan penggunaan lahan series pada tahun 2003, 2009, dan 2016 sesuai dengan tahun citra yang digunakan. Untuk klasifikasi penggunaan lahan pada tahun 2003 dan 2009 mengadaptasi dari penelitian Pratomoatmojo (2012) yang telah menyesuaikan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan telah divalidasi lapangan dengan akurasi sebesar 89,25%, kemudian disesuaikan dan *diupdate* dengan penggunaan lahan pada tahun 2016.

**Tabel 4.15** Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan

NO	PENGUNAAN LAHAN	RESOLUSI
1.	Industri	Digitasi skala 1:10.000
2.	Lahan Terbuka	Digitasi skala 1:10.000
3.	Perdagangan	Digitasi skala 1:10.000



NO	PENGUNAAN LAHAN	RESOLUSI
4.	Kebun Campur	Digitasi skala 1:10.000
5.	Permukiman	Digitasi skala 1:10.000
6.	Pertanian	Digitasi skala 1:10.000
7.	Rawa	Digitasi skala 1:10.000
8.	Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Digitasi skala 1:10.000
9.	Sungai	Digitasi skala 1:10.000
10.	Tambak	Digitasi skala 1:10.000
11.	Transportasi	Digitasi skala 1:10.000

*Sumber: Penulis, 2016*

Berikut adalah identifikasi dari klasifikasi jenis penggunaan lahan di Kota Pekalongan untuk tahun 2003, 2009, dan 2016.

a. Industri

Penggunaan lahan industri di Kota Pekalongan memiliki karakteristik kenampakan ukuran bangunan besar, atap mayoritas berwarna terang. Terlihat kontras jika dibandingkan dengan permukiman di sekitarnya. Memiliki ruang terbuka di sekitar bangunan dan bisa berbentuk pola blok untuk beberapa industri yang berdekatan atau dalam kompleks yang sama.



**Gambar 4.7** Kenampakan Penggunaan Lahan Industri

*Sumber: Google Earth, 2016*

b. Lahan Terbuka

Penggunaan lahan sebagai lahan terbuka di Kota Pekalongan memiliki karakteristik lahan tak terbangun yang lapang berwarna coklat atau hijau, terdapat vegetasi berupa rumput akan tetapi mayoritas tidak terdapat vegetasi. Merupakan peralihan penggunaan lahan dari

tidak terbangun menjadi terbangun, dan cenderung menjadi permukiman baru. Lahan kering dari rawa atau tambak juga termasuk dalam lahan terbuka.



**Gambar 4.8** Kenampakan Penggunaan Lahan Terbuka

*Sumber: Google Earth, 2016*

c. Perdagangan

Penggunaan lahan sebagai perdagangan di Kota Pekalongan memiliki karakteristik hampir sama dengan industri dan permukiman, dalam penelitian ini diidentifikasi untuk lahan perdagangan deret/kopel, dan pasar atau pusat perbelanjaan. Penggunaan lahan perdagangan memiliki kecenderungan berada di jalan utama dan mendekati pusat kota. Memiliki kenampakan atas khas untuk deretan ruko dan mall memiliki ukuran yang besar dengan warna atap yang mencolok.



**Gambar 4.9** Kenampakan Penggunaan Lahan Perdagangan

*Sumber: Google Earth, 2016*

d. Kebun Campur

Penggunaan lahan sebagai kebun campur di Kota Pekalongan merupakan campuran antara lahan bervegetasi tinggi dan perkebunan yang ada. Kebun

campur paling banyak di pinggiran kota dan terdapat beberapa titik di dalam kota. Kebun campur dapat diidentifikasi dari warnanya yang hijau, pola yang tidak beraturan, dan cenderung dekat dengan lahan terbangun.



**Gambar 4.10** Kenampakan Penggunaan Lahan Kebun Campur

*Sumber: Google Earth, 2016*

e. Permukiman

Penggunaan lahan sebagai permukiman di Kota Pekalongan menyebar secara menyeluruh dan berkelompok. Permukiman memiliki karakteristik atap berwarna coklat dan memiliki ukuran bangunan relatif kecil dan beraturan. Di Kota Pekalongan permukiman yang ada memiliki pola mengikuti adanya jaringan jalan.



**Gambar 4.11** Kenampakan Penggunaan Lahan Permukiman

*Sumber: Google Earth, 2016*

f. Pertanian

Penggunaan lahan sebagai pertanian di Kota Pekalongan antara lain adalah sawah irigasi. Karakteristik lahan pertanian dapat diidentifikasi dari warnanya yang hijau dan membentang luas. Ketika musim panen, warna lahan

pertanian cenderung terang dengan titik-titik hitam berupa sisa pembakaran padi.



**Gambar 4.12** Kenampakan Penggunaan Lahan Pertanian  
*Sumber: Google Earth, 2016*

g. Rawa

Penggunaan lahan sebagai rawa di Kota Pekalongan merupakan hasil dampak dari adanya banjir rob. Rawa diidentifikasi dari karakteristiknya yang merupakan lahan terbuka yang terendam oleh air dengan warna gelap dan bentuk tidak beraturan. Rawa di Kota Pekalongan cenderung berada di dekat pantai dan tambak. Kadang terlihat hijau karena terdapat tanaman eceng gondok dan lumut di permukaannya.



**Gambar 4.13** Kenampakan Penggunaan Lahan Rawa  
*Sumber: Google Earth, 2016*

h. Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Penggunaan sebagai RTH di Kota Pekalongan antara lain adalah taman kota dan makam. RTH tersebut diidentifikasi dari lahan terbuka dengan bentuk yang beraturan dan berwarna hijau. Taman kota merupakan

ruang publik yang menyebar di pusat kota. Untuk makan cenderung terdapat di lingkungan permukiman.



**Gambar 4.14** Kenampakan Penggunaan Lahan RTH

*Sumber: Google Earth, 2016*

i. Sungai

Penggunaan lahan sungai di Kota Pekalongan dapat diidentifikasi dari jaringannya. Sungai di Kota Pekalongan tergolong besar dan bermuara di laut. Warna air sungai di pekalongan umumnya terlihat agak gelap kecoklatan.



**Gambar 4.15** Kenampakan Penggunaan Lahan Sungai

*Sumber: Google Earth, 2016*

j. Tambak

Penggunaan lahan sebagai tambak di Kota Pekalongan memiliki karakteristik berpola dan mempunyai batas tiap tambak yang jelas. Merupakan lahan terbuka yang tergenang air dan cenderung berada di dekat pantai dan sungai. Tambak dapat diidentifikasi berwarna hijau kecoklatan pada gambar citra.





**Gambar 4.16** Kenampakan Penggunaan Lahan Tambak  
*Sumber: Google Earth, 2016*

k. Transportasi

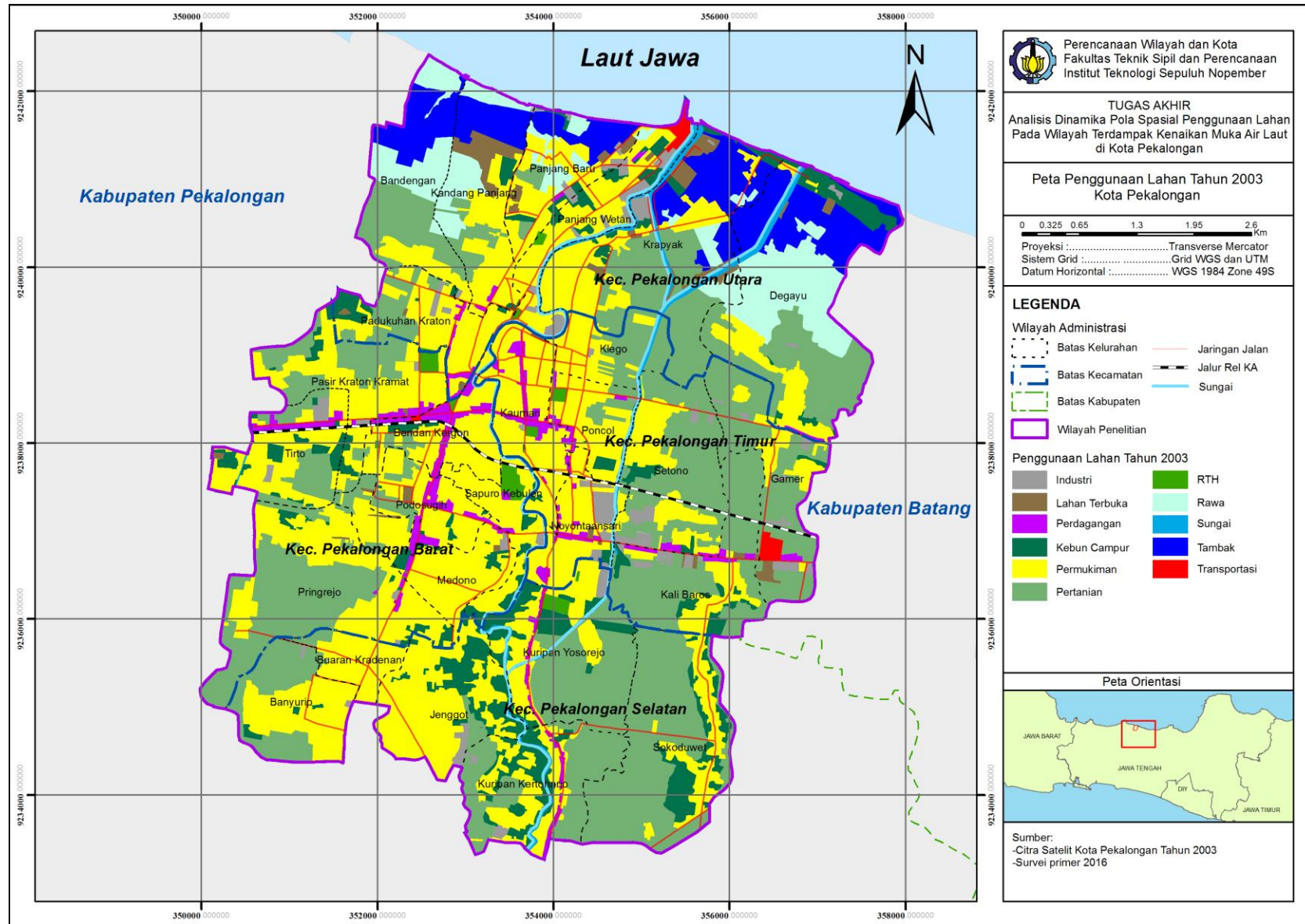
Penggunaan lahan sebagai transportasi di Kota Pekalongan antara lain adalah terminal, stasiun, dan pelabuhan. Penggunaan lahan tersebut dapat diidentifikasi dengan mudah lokasinya karena merupakan tempat publik dan memiliki pola bentuk yang berbeda dengan penggunaan lahan lainnya.



**Gambar 4.17** Kenampakan Penggunaan Lahan Transportasi  
*Sumber: Google Earth, 2016*

Dari jenis klasifikasi penggunaan lahan tersebut dan karakteristik setiap jenis penggunaan lahan yang bisa diidentifikasi, dilakukan digitasi dengan kedalaman skala 1:10.000 untuk menjadi data vector. Penggunaan lahan yang diklasifikasikan adalah untuk tahun 2003, 2009, dan 2016 yang kemudian digunakan menjadi data raster dengan resolusi 5 meter. Penggunaan resolusi 5x5 meter mempertimbangkan tingkat kedetailan penggunaan lahan dan sudah mencakup luasan penggunaan lahan terkecil yang ada di wilayah penelitian. Berikut

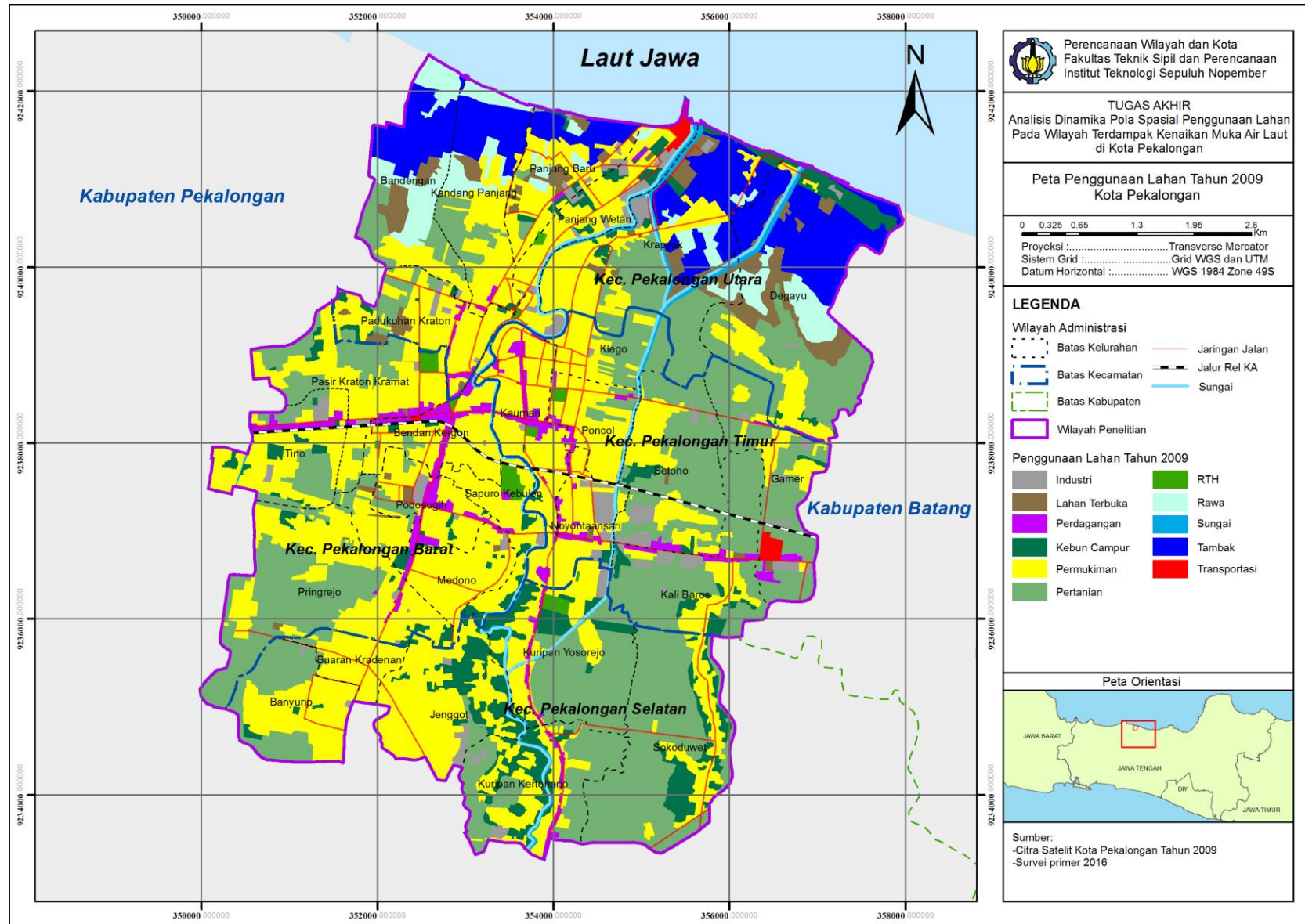
untuk peta penggunaan lahan Kota Pekalongan hasil dari klasifikasi citra.



**Peta 4.8** Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2003  
*Sumber: Hasil analisis, 2016*

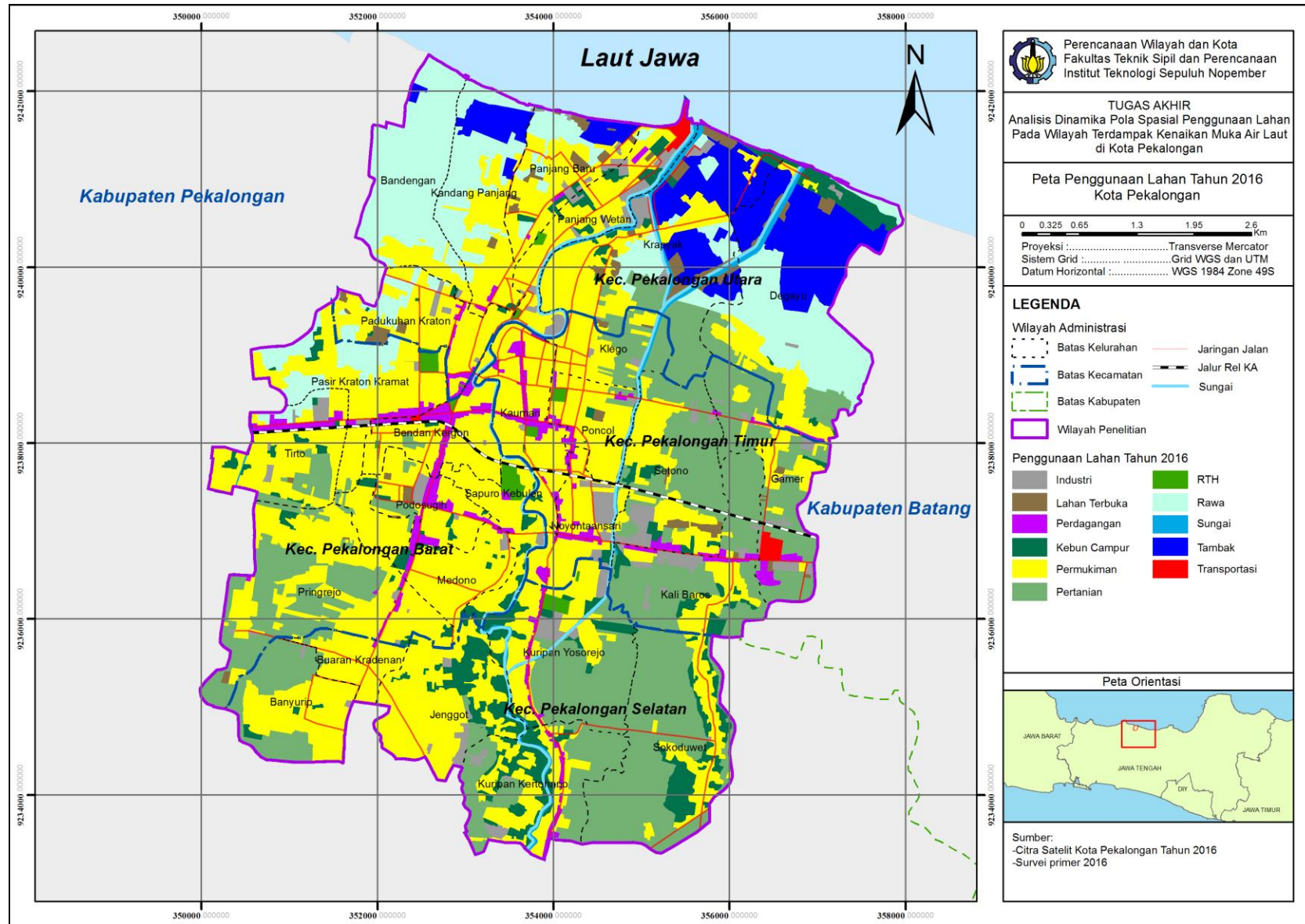


*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.9** Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2009  
*Sumber: Hasil analisis, 2016*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.10** Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2016

*Sumber: Hasil analisis, 2016*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

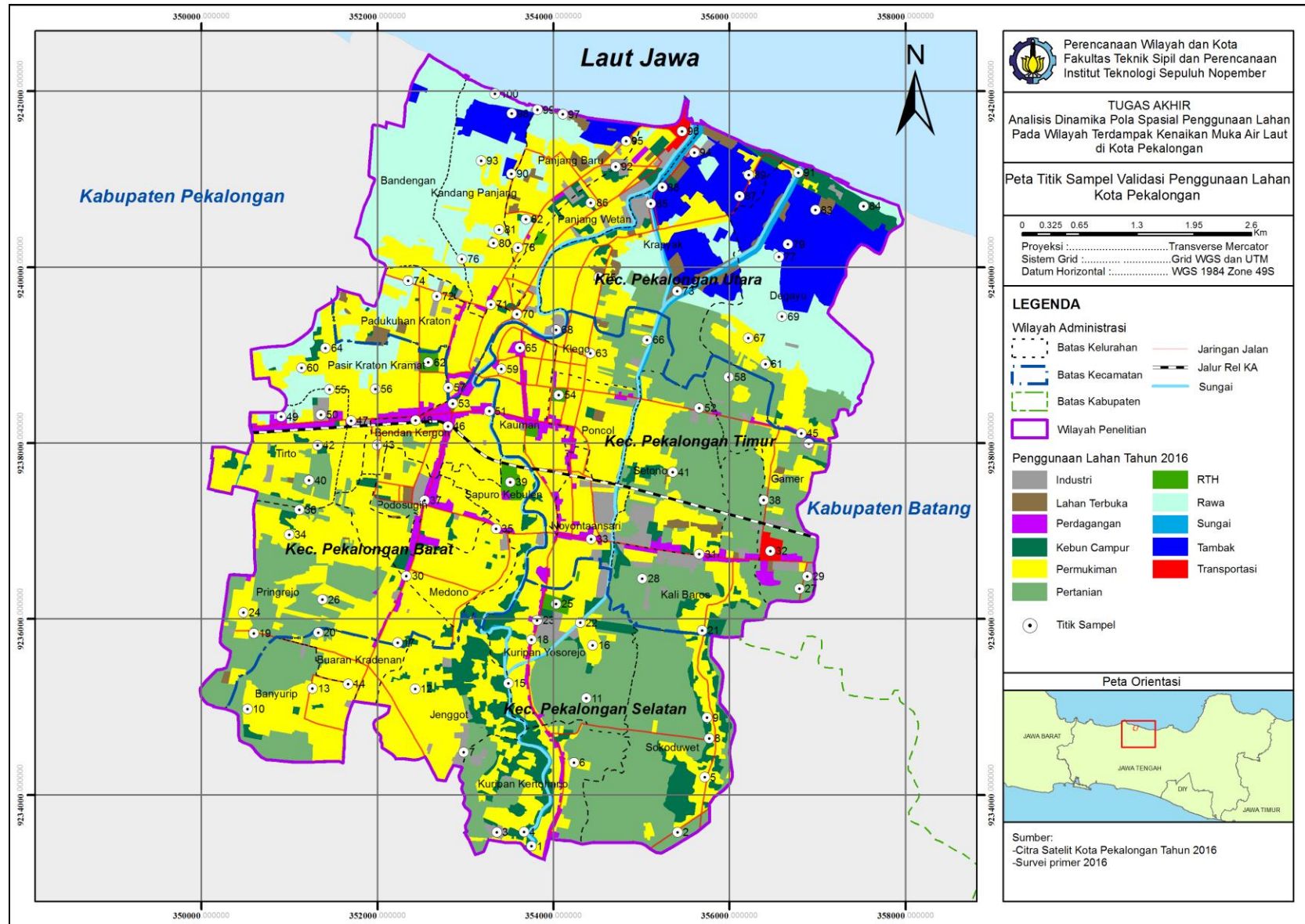
#### **4.2.2 Validasi dan Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan**

Berdasarkan hasil klasifikasi penggunaan lahan di Kota Pekalongan berdasarkan interpretasi visual menggunakan GIS, diperlukan validasi lapangan agar penggunaan lahan yang telah dihasilkan tersebut sesuai dengan kondisi sebenarnya dan memiliki tingkat validitas yang bisa digunakan. Hasil validasi akan menentukan seberapa representatif dan akurasi antara konseptualisasi dan sistem nyata yang dimodelkan (Hoover & Perry, 1989). Model hasil klasifikasi penggunaan lahan dibandingkan dengan kondisi sebenarnya, dan dihitung untuk tingkat akurasi penggunaan lahannya.

Dalam proses validasi dalam penelitian ini menggunakan sampel secara *spatial sampling* dengan skema *random* sesuai dengan jenis penggunaan lahannya. Jumlah sampel dalam penelitian ini d untuk validasi penggunaan lahan ditentukan sebanyak 100 titik. Untuk lokasi tiap titik validasinya ditentukan secara acak dan menyebar secara merata untuk jenis penggunaan lahan dan lokasi persebarannya. Untuk penggunaan lahan temporal pada tahun 2003 dan 2009, mengadaptasi data penggunaan lahan dari penelitian terdahulu terkait penggunaan lahan di Kota Pekalongan dan konfirmasi dengan masyarakat sekitar melalui survei primer dengan observasi lapangan. Validasi lapangan dilakukan dengan survei primer dan melakukan *ground check* menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan koordinat setiap titik sampel. Selain itu juga setiap titik validasi diambil dokumentasi lapangan untuk penggunaan lahannya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



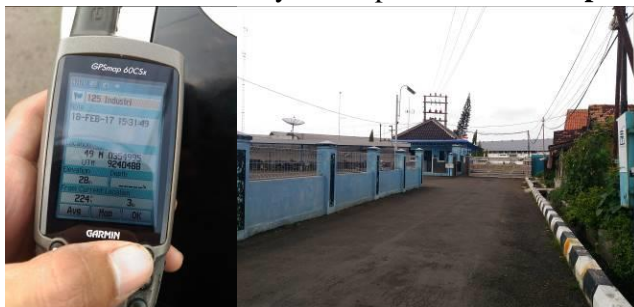


**Peta 4.11** Sebaran Titik Validasi Penggunaan Lahan  
*Sumber: Hasil analisis, 2016*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Berdasarkan survei primer pada setiap sebaran titik validasi, didapatkan perbandingan penggunaan lahan hasil klasifikasi dan kondisi di lapangan. Lebih detailnya untuk hasil setiap titik dan dokumentasinya terdapat di dalam **Lampiran 1**.



**Gambar 4.18** Validasi Lapangan Dengan GPS

*Sumber: Survey primer, 2016*

Hasil dari validasi lapangan kemudian dihitung tingkat akurasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\text{Jumlah Sampel Benar}}{\text{Total Pengambilan Sampel}} \times 100\%$$

Untuk mempermudah perhitungan agar lebih jelas dan detail, setiap jenis penggunaan lahan direpresentasikan dengan kode sebagai berikut.

- LU 1 = Industri
- LU 2 = Lahan Terbuka
- LU 3 = Perdagangan dan jasa
- LU 4 = Kebun Campur
- LU 5 = Permukiman
- LU 6 = Pertanian
- LU 7 = Rawa
- LU 8 = RTH
- LU 9 = Sungai
- LU 10 = Tambak
- LU 11 = Transportasi

Perhitungan akurasi setiap jenis penggunaan lahan dan secara keseluruhan terdapat dalam tabel berikut.

**Tabel 4.16** Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan

		VALIDASI LAPANGAN											TOTAL	TIDAK SESUAI	AKURASI (%)
		LU 1	LU 2	LU 3	LU 4	LU 5	LU 6	LU 7	LU 8	LU 9	LU 10	LU 11			
KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN CITRA	LU 1	12		2									14	2	85.71
	LU 2		4										4	0	100.00
	LU 3			13									13	0	100.00
	LU 4				7								7	0	100.00
	LU 5			1		21							22	1	95.45
	LU 6		1				10	1					12	2	83.33
	LU 7							6			1		7	1	85.71
	LU 8								7				7	0	100.00
	LU 9									5			5	0	100.00
	LU 10										6		6	0	100.00
	LU 11											3	3	0	100.00
TOTAL													100	6	94.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa akurasi dari klasifikasi penggunaan lahan mencapai 94%, dengan rincian 6 dari 100 sampel tidak sesuai dengan hasil validasi lapangan. Dengan nilai akurasi yang tergolong tinggi, maka hasil klasifikasi penggunaan lahan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

#### 4.2.3 Perubahan Penggunaan Lahan Kota Pekalongan

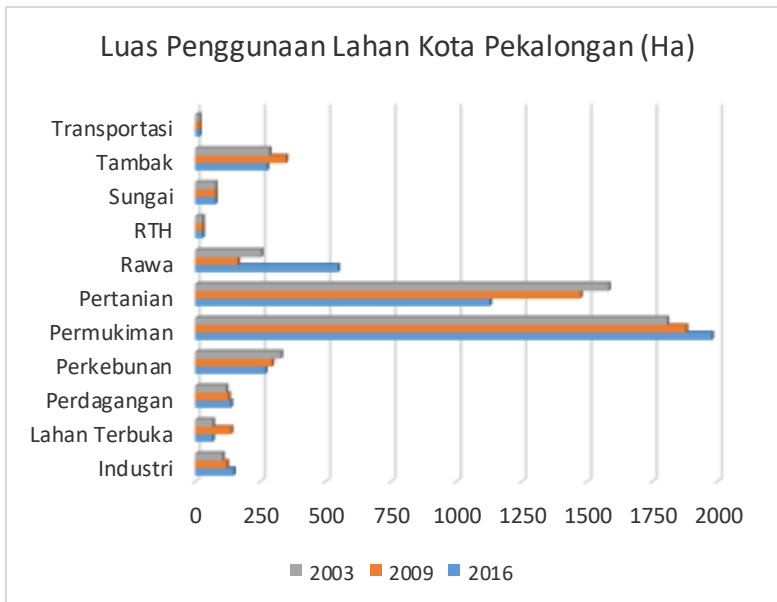
Penggunaan lahan Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016 yang digunakan kemudian dihitung untuk luasan setiap jenis penggunaan lahannya dan dilakukan tumpang tindih (*overlay*) antar periode waktu. *Overlay* antar peta dilakukan menggunakan GIS agar dapat diketahui untuk perubahan penggunaan lahannya di setiap periode waktu. Statistik perubahan penggunaan lahan menunjukkan dinamika dari adanya penggunaan lahan yang ada. Hal tersebut disebabkan oleh adanya *driving factor* yang mempengaruhi setiap jenis penggunaan lahan yang ada. Berikut adalah statistik penggunaan lahan di Kota Pekalongan berdasarkan penghitungan GIS untuk periode tahun 2003, 2009, dan 2016.

**Tabel 4.17** Statistik Penggunaan Lahan Kota Pekalongan

NO	PENGGUNAAN LAHAN	LUASAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	103.90	120.37	146.24	16.48	25.86	42.34
2	Lahan Terbuka	66.65	137.08	66.30	70.43	-70.78	-0.35
3	Perdagangan	117.62	127.59	135.82	9.98	8.23	18.21
4	Kebun Campur	328.10	293.29	267.91	-34.81	-25.38	-60.19
5	Permukiman	1805.93	1878.21	1977.02	72.27	98.81	171.08
6	Pertanian	1582.59	1474.27	1127.24	-108.32	-347.03	-455.36
7	Rawa	252.84	163.01	545.91	-89.83	382.90	293.07
8	RTH	27.71	27.71	27.71	0.00	0.00	0.00
9	Sungai	76.62	76.62	76.62	0.00	0.00	0.00
10	Tambak	283.63	347.45	274.83	63.81	-72.62	-8.81
11	Transportasi	15.41	15.41	15.41	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil analisis diatas dapat diketahui untuk dinamika penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Setiap jenis penggunaan lahan yang ada mengalami perubahan berupa penambahan luasan atau pengurangan luasan, kecuali untuk jenis penggunaan lahan berupa RTH, sungai, dan transportasi yang statis dan tidak mengalami perubahan. Dalam kurun waktu tahun 2003-2016, penggunaan lahan yang paling banyak mengalami perubahan luasan antara lain adalah penggunaan lahan pertanian, rawa, dan permukiman.



**Gambar 4.19** Diagram Luas Penggunaan Lahan Kota Pekalongan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Penggunaan lahan paling besar di Kota Pekalongan adalah permukiman dengan tren selalu mengalami penambahan luas. Untuk rentang waktu dari tahun 2003 sampai 2016, permukiman di Kota Pekalongan bertambah sebesar 171,08 Ha yang merupakan penambahan luas yang cukup signifikan. Kemudian setelah permukiman, penggunaan lahan terbanyak adalah pertanian. Untuk tren penggunaan lahan pertanian selalu menurun. Dengan kata lain telah terjadi banyak konversi dari lahan pertanian menjadi penggunaan lahan lainnya. Untuk selanjutnya penggunaan lahan rawa merupakan penggunaan lahan terbanyak di tahun 2016 dengan penambahan luas paling besar dari tahun 2009 sampai dengan 2016 yang mencapai penambahan luas sebesar 382,9 Ha. Berikut untuk karakteristik dan perkembangan setiap jenis penggunaan lahan di Kota Pekalongan.

**a. Karakteristik dan perkembangan Industri**

Industri yang ada di Kota Pekalongan antara lain adalah industri galangan kapal, industri pengolahan, dan industri batik. Letak Kota Pekalongan yang dilalui oleh jalur pantura merupakan lokasi yang strategis untuk pengembangan industri baru. Adanya pelabuhan dan aliran sungai juga menunjang adanya industri pembuatan dan galangan kapal di Kota Pekalongan. Dengan sebutan sebagai Kota Batik, banyak masyarakat yang memiliki *home* industri berupa pembuatan batik, selain itu terdapat beberapa lokasi industri pengolahan batik yang memproduksi dalam skala besar.

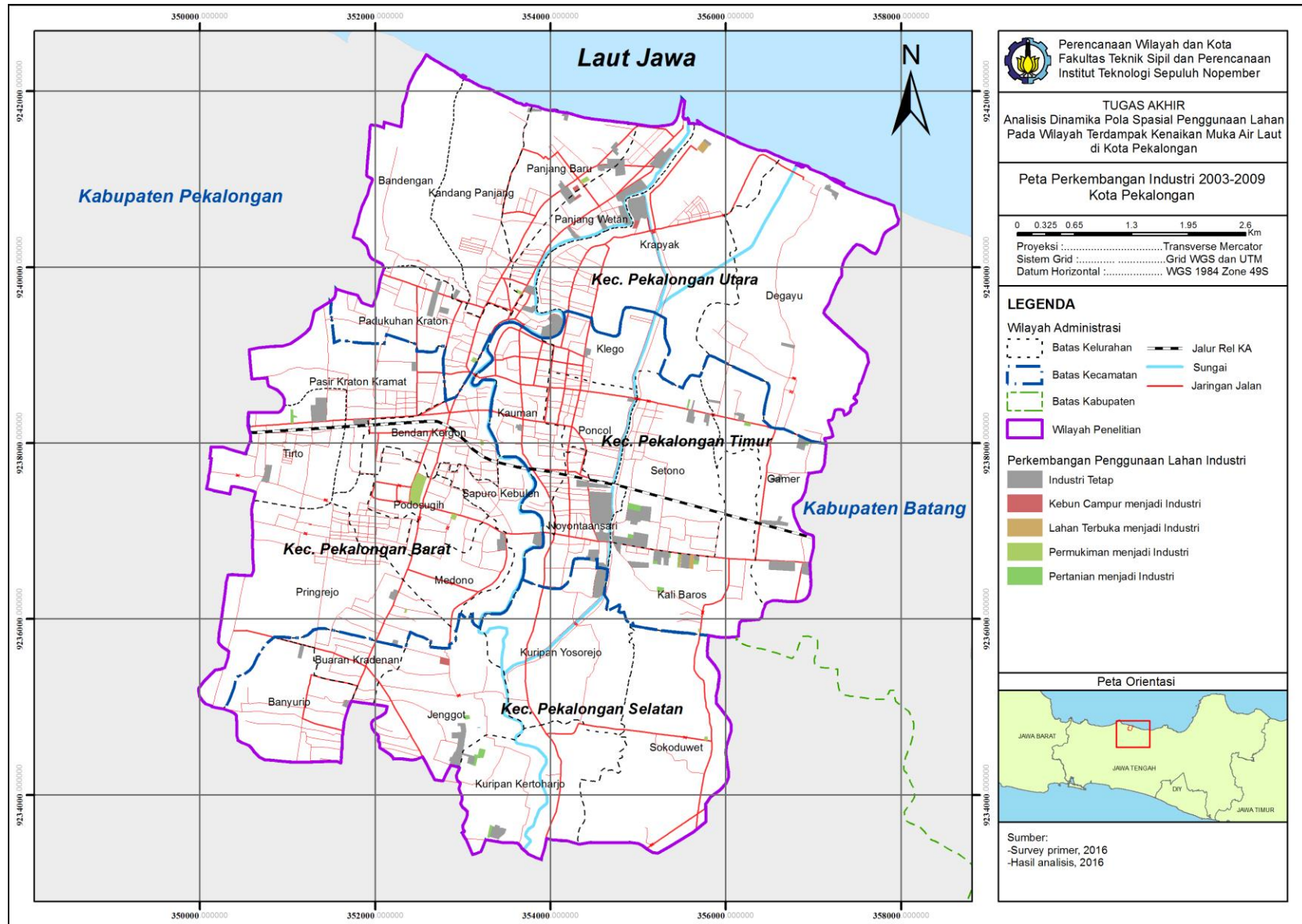


**Gambar 4.20** Industri di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Dalam perkembangannya, industri di Kota Pekalongan terus bertambah di setiap tahunnya. Pada periode tahun 2003-2009 dan 2009-2016, terdapat banyak penambahan titik industri baru yang menyebar di wilayah Kota Pekalongan. Untuk persebaran industri paling banyak adalah di Kecamatan Pekalongan Utara dan Kecamatan Pekalongan Timur. Penambahan industri baru paling besar adalah di Pekalongan Selatan dengan luas 11,8 ha pada periode tahun 2009-2016.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

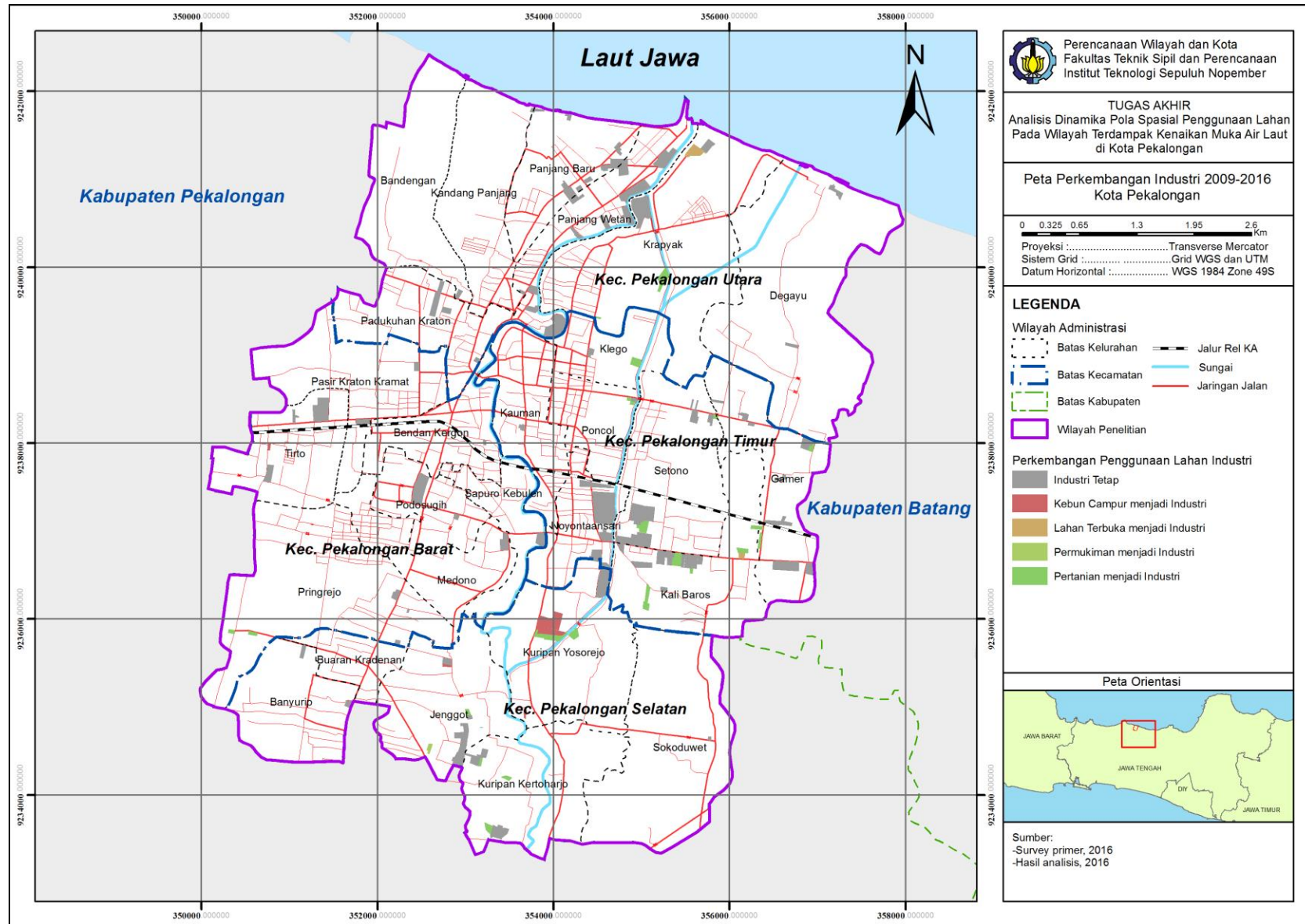


**Peta 4.12** Perkembangan Industri 2003-2009

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.13** Perkembangan Industri 2009-2016

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### **b. Karakteristik dan perkembangan Lahan Terbuka**

Lahan terbuka di Kota Pekalongan terdiri dari tanah lapang dan lahan kering yang terdapat di beberapa lokasi. Lahan terbuka cenderung merupakan peralihan dari lahan tidak terbangun untuk menjadi lahan terbangun. Lahan kering yang merupakan rawa yang telah mongering juga berupa lahan terbuka yang dapat dimanfaatkan jika tidak tergenang lagi. Untuk lahan terbuka di Kota Pekalongan setiap tahunnya mengalami perubahan.

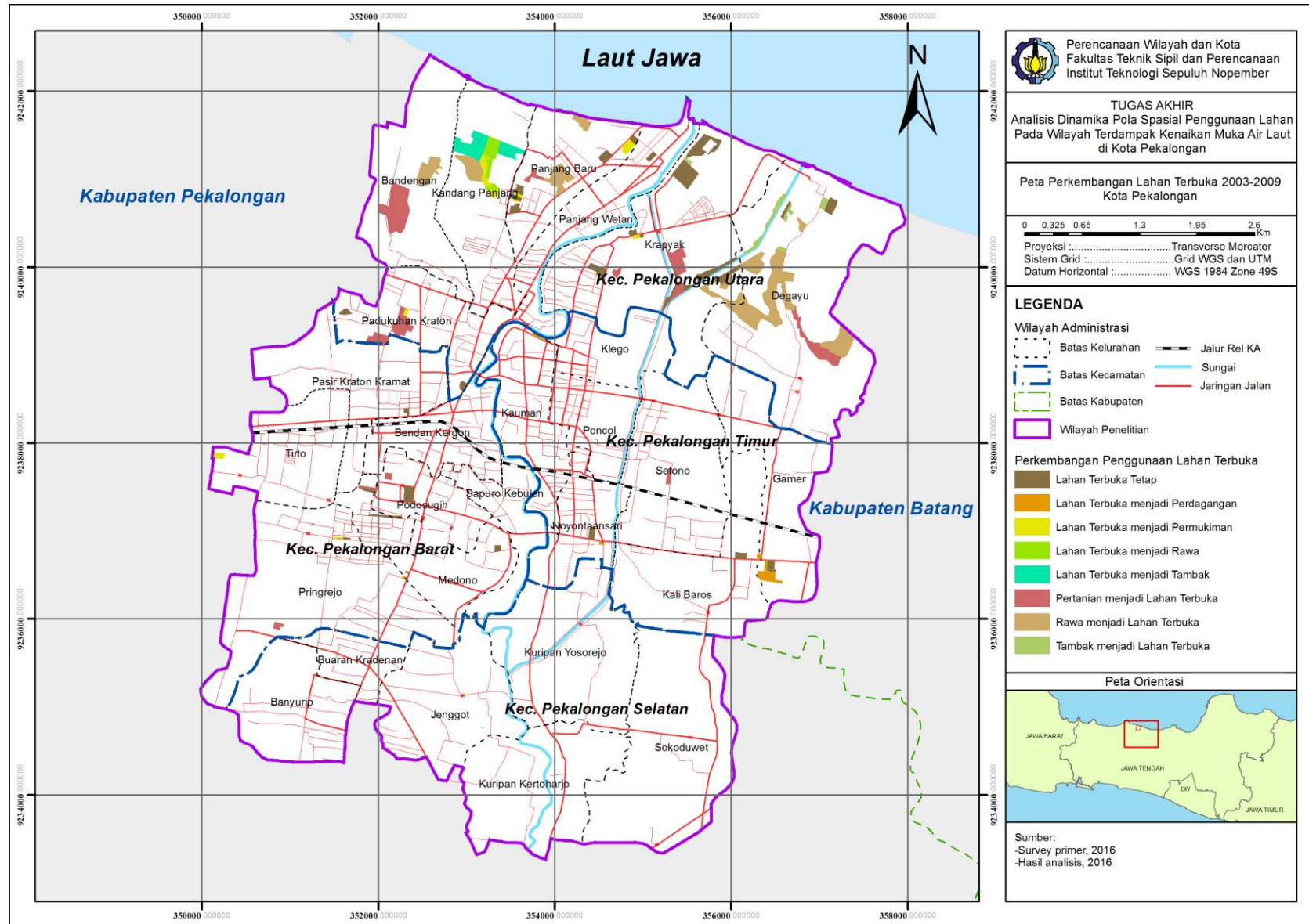


**Gambar 4.21** Lahan Terbuka di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Lahan terbuka paling banyak terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara, mengingat Pekalongan Utara memiliki kompleksitas perubahan penggunaan lahan yang dipengaruhi oleh banjir rob. Berdasarkan tren tahun 2003-2016, lahan terbuka di Kota Pekalongan berubah menjadi perdagangan, permukiman, industri, rawa, dan tambak. Juga terdapat kecenderungan lahan pertanian dan kebun dikonversi menjadi lahan terbuka serta rawa yang berubah menjadi lahan terbuka. Mayoritas lahan terbuka yang pernah ada menjadi penggunaan lahan sebagai rawa dan juga menjadi permukiman.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

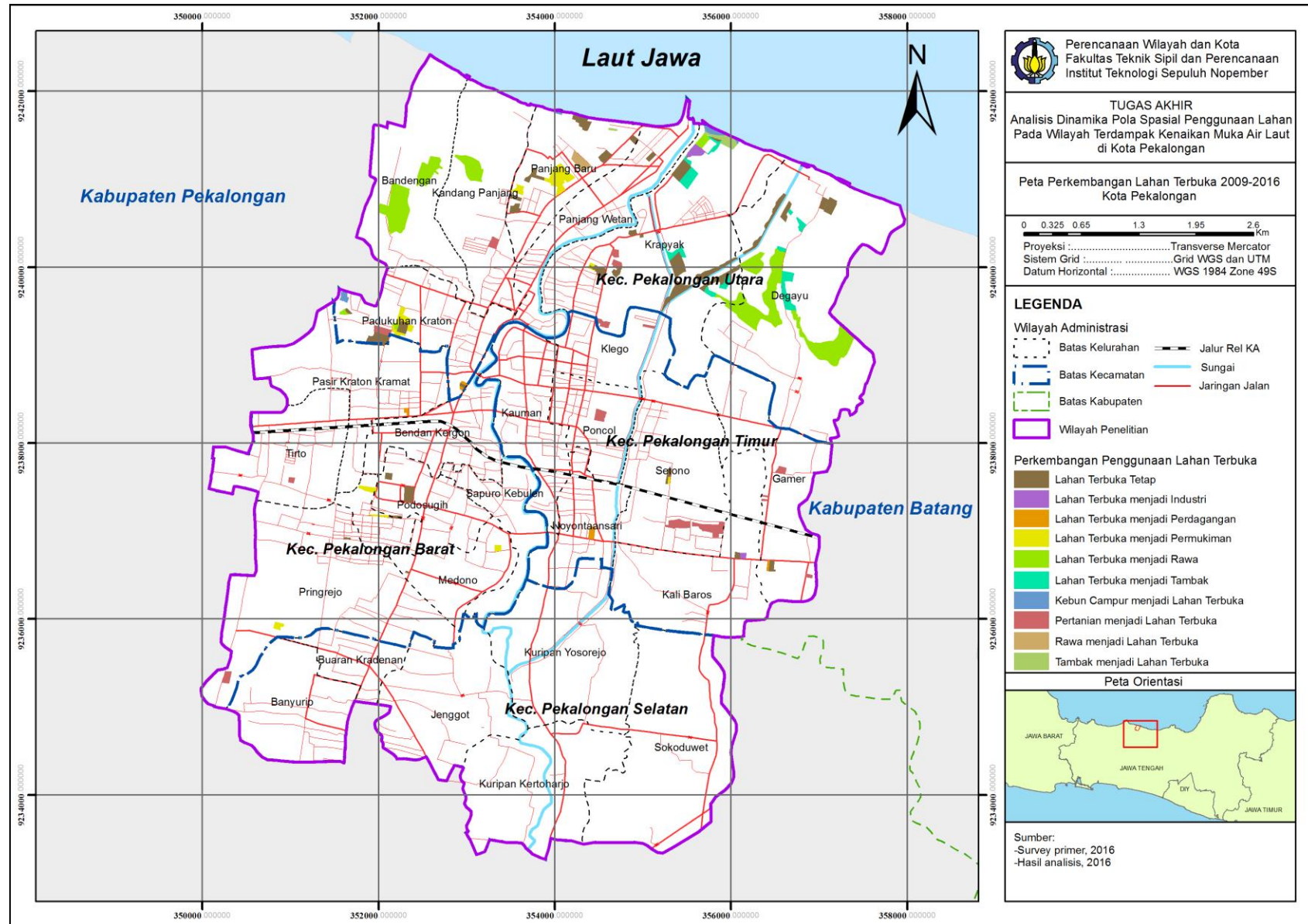


**Peta 4.14** Perkembangan Lahan Terbuka 2003-2009

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*





**Peta 4.15** Perkembangan Lahan Terbuka 2009-2016

Sumber: Hasil analisis, 2017



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**c. Karakteristik dan perkembangan Perdagangan**

Penggunaan lahan perdagangan di Kota Pekalongan antara lain adalah perdagangan deret berupa ruko, pasar, perdagangan skala wilayah dan pusat-pusat perbelanjaan. Perdagangan tersebut tersebar di jalur-jalur utama Kota Pekalongan dan paling banyak terkonsentrasi di pusat kota. Jalur pantura merupakan jalur dengan sebaran perdagangan terbanyak di Kota Pekalongan.

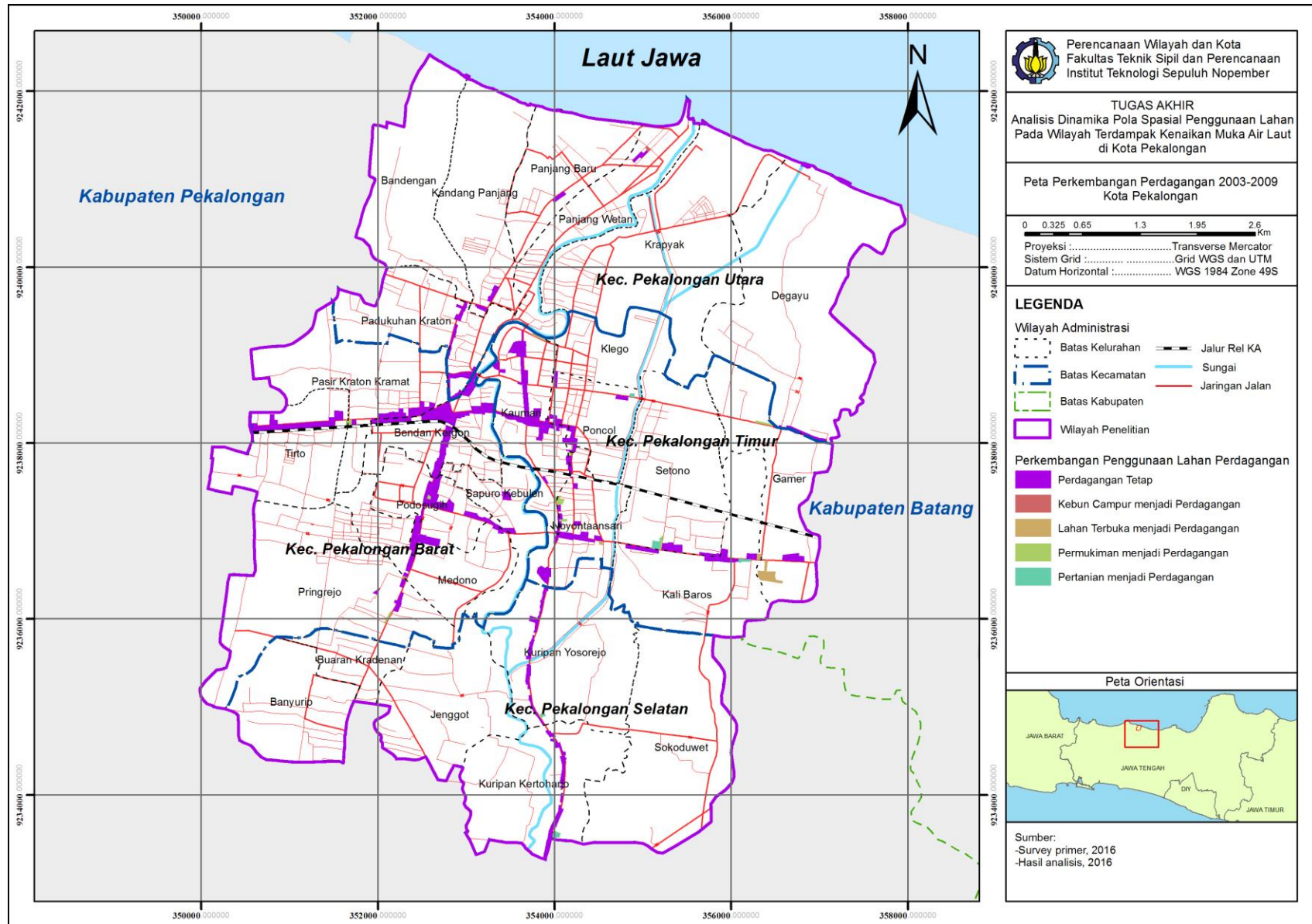


**Gambar 4.22** Perdagangan di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Dari tahun 2003 hingga 2016, perdagangan di Kota Pekalongan selalu mengalami penambahan di setiap periodenya. Pengembangan lahan perdagangan berasal dari konversi lahan pertanian dan lahan terbuka yang ada dan juga terdapat alih fungsi dari permukiman menjadi perdagangan. Laju pertumbuhan lahan perdagangan paling kecil adalah di Kecamatan Pekalongan Utara, selain jauh dari pusat kota wilayah tersebut juga mendapatkan pengaruh dari genangan banjir rob.

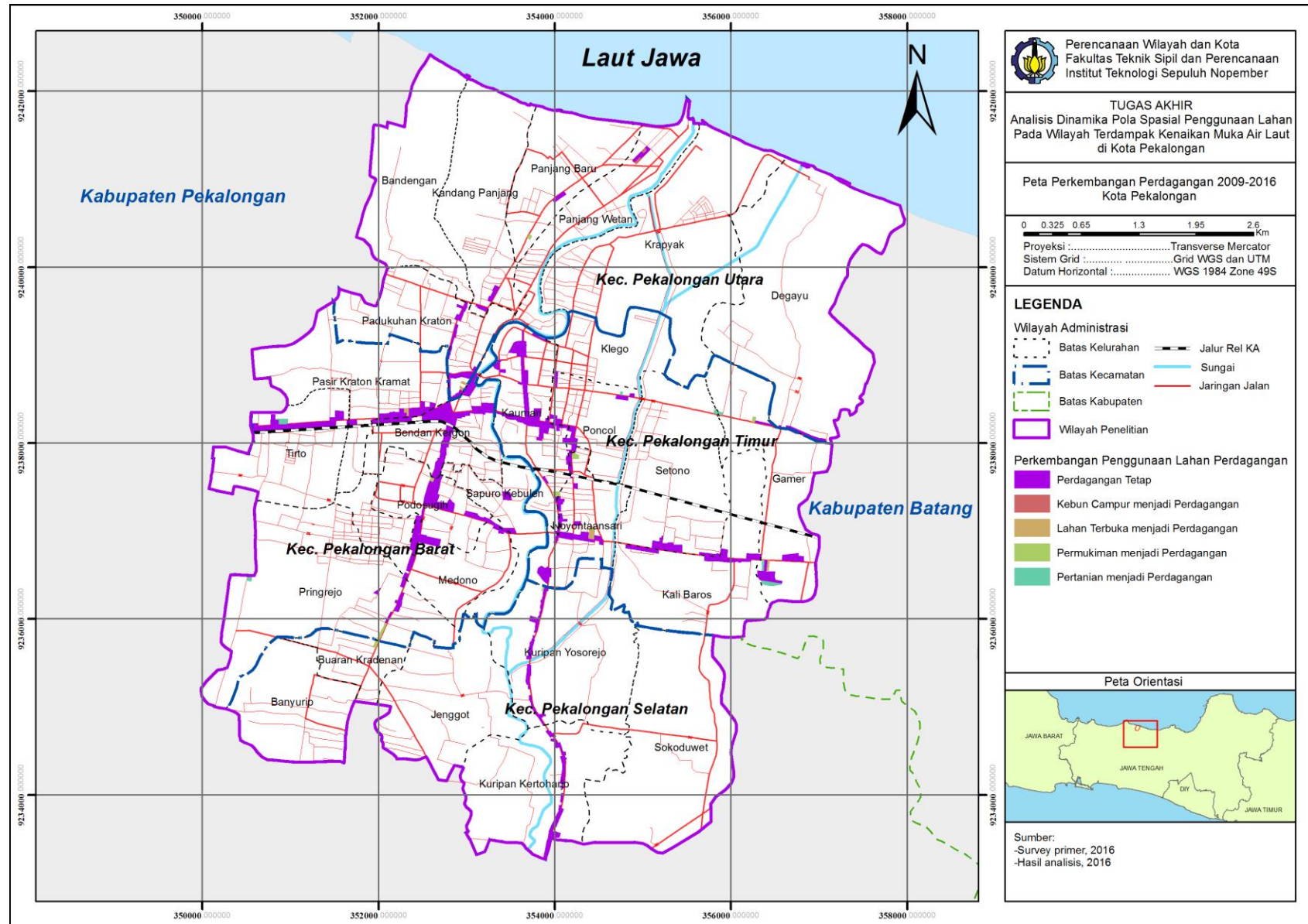
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.16** Perkembangan Perdagangan 2003-2009

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan*



**Peta 4.17** Perkembangan Perdagangan 2009-2016

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**d. Karakteristik dan perkembangan Kebun Campur**

Penggunaan lahan kebun campur merupakan penggunaan lahan dengan beberapa jenis tanaman dan vegetasi perkebunan yang tersebar di Kota Pekalongan. Keberadaan kebun campur cenderung merupakan budidaya masyarakat di Kota Pekalongan. Kebun campur mayoritas berada berdekatan dengan permukiman, industri, pertanian, dan sempadan sungai dan dapat diidentifikasi keberadaannya.



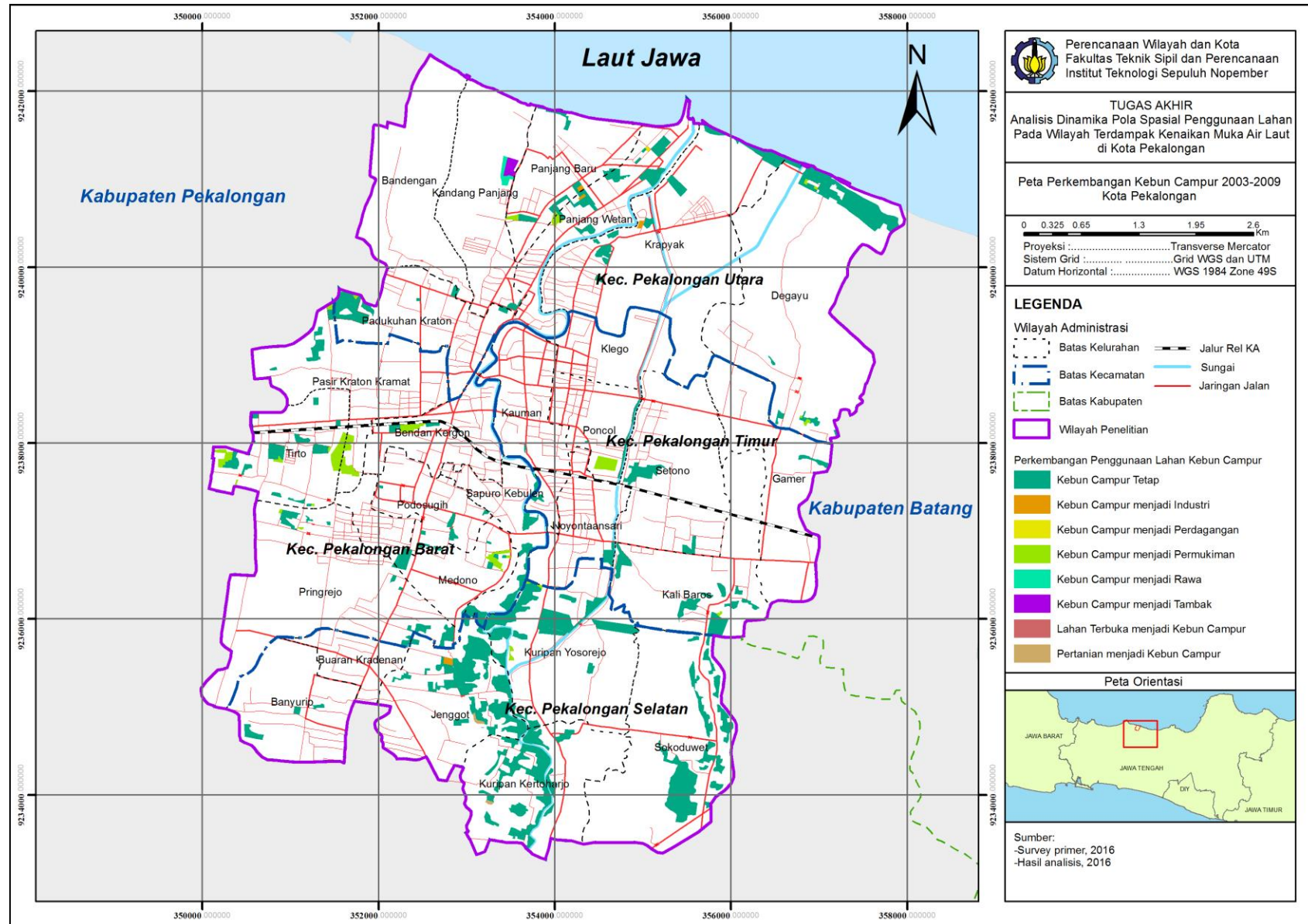
**Gambar 4.23** Kebun Campur di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Berdasarkan *trend* penggunaan lahan, kebun campur setiap tahun mengalami pengurangan. Konversi paling besar adalah dari kebun campur menjadi industri dan permukiman. Penggunaan lahan kebun campur paling besar adalah di Kecamatan Pekalongan Selatan. Untuk perubahan kebun campur dalam kurun waktu 2003-2016 paling besar terjadi di Kecamatan Pekalongan Utara.



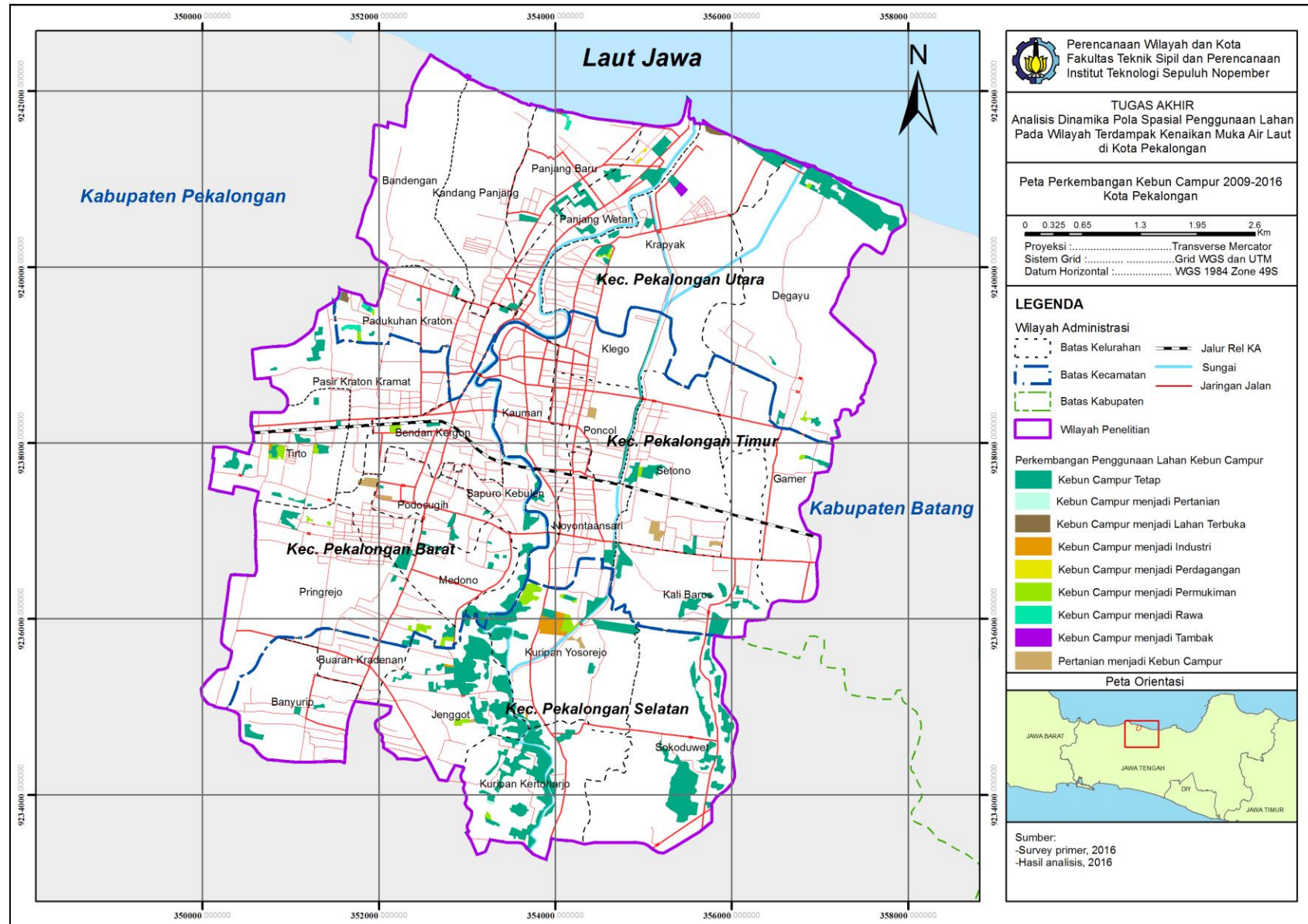
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.18** Perkembangan Kebun Campur 2003-2009

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.19** Perkembangan Kebun Campur 2009-2016

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**e. Karakteristik dan perkembangan Permukiman**

Permukiman di Kota Pekalongan terdiri dari permukiman formal dan informal dan merupakan penggunaan lahan paling besar. Dengan adanya banjir rob, permukiman di wilayah terdampak mengalami genangan yang membutuhkan waktu sangat lama untuk bisa surut. Pada tahun 2016, luasan permukiman paling besar terdapat di Kecamatan Pekalongan Barat.



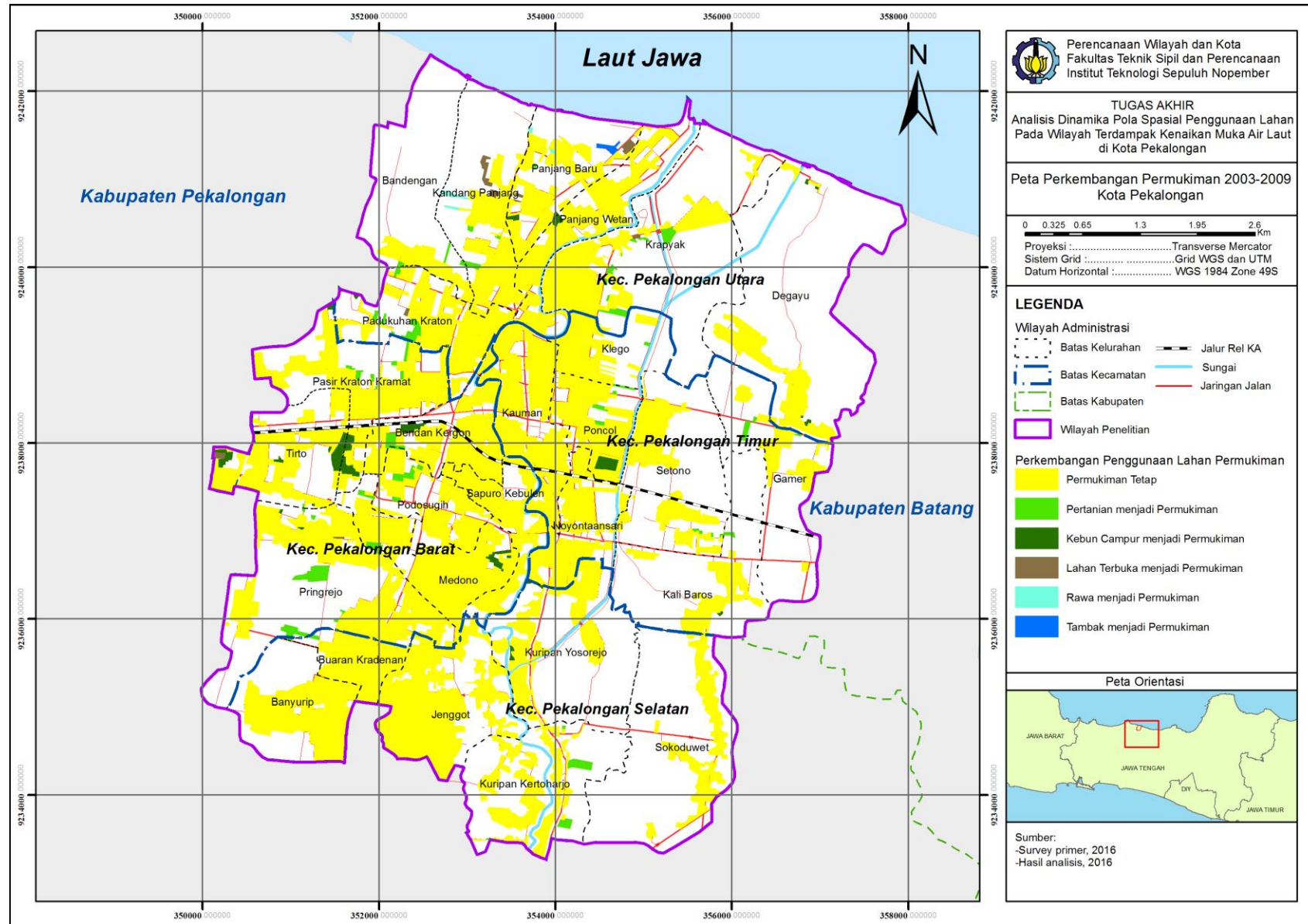
**Gambar 4.24** Permukiman di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Berdasarkan *trend* penggunaan lahan, setiap tahunnya luas permukiman selalu bertambah. Pertambahan luas penggunaan lahan ini terdiri dari konversi beberapa penggunaan lahan antara lain adalah lahan terbuka, kebun, dan pertanian. Lahan paling besar berubah menjadi permukiman adalah lahan pertanian. Sejak terjadinya fenomena banjir rob di Kota Pekalongan, pada periode 2009-2016 penambahan luas permukiman cenderung kecil terutama di wilayah tergenang air laut seperti di Kecamatan Pekalongan Utara. Seiring berjalannya waktu kebutuhan akan lahan permukiman akan semakin bertambah.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



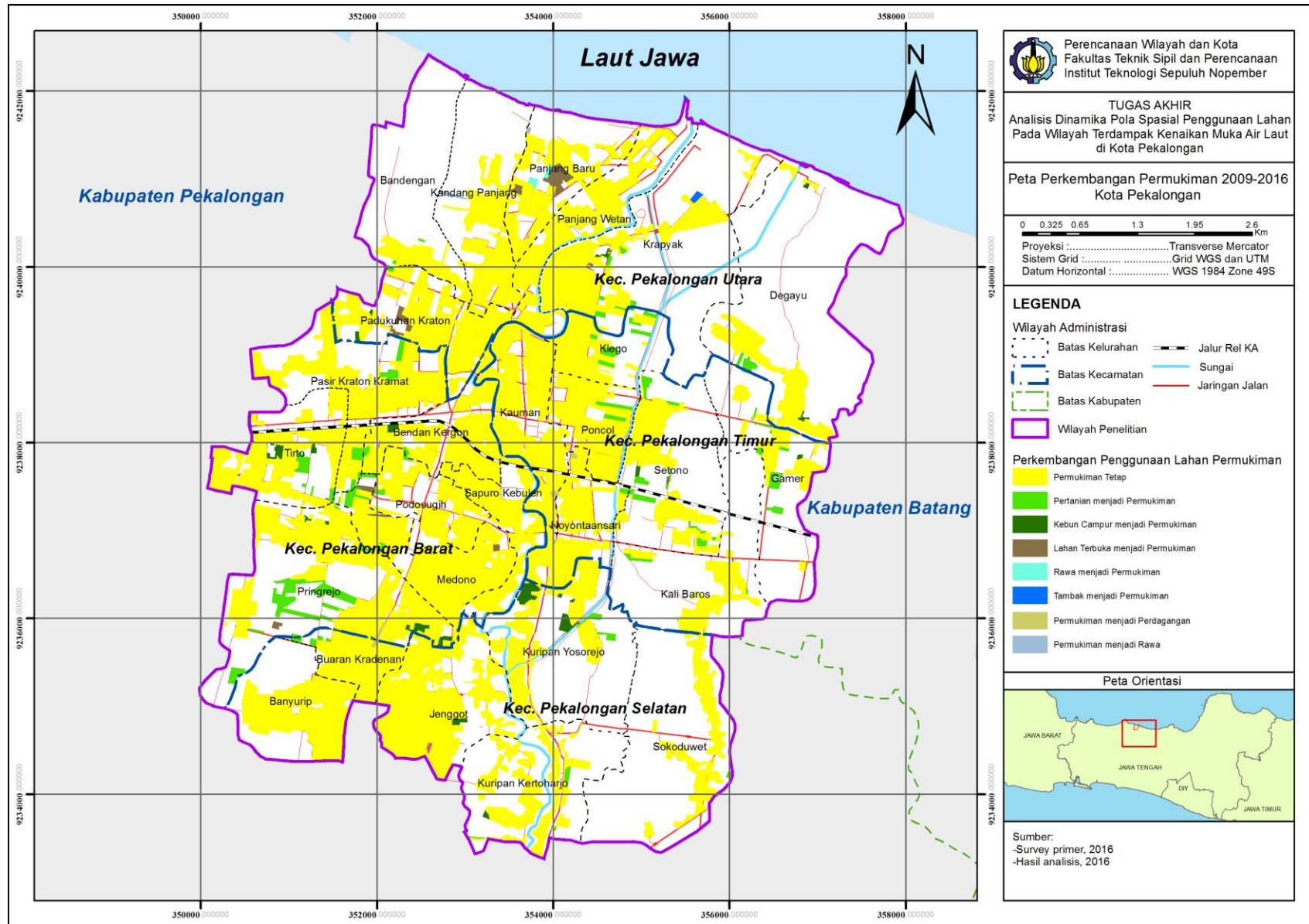


**Peta 4.20** Perkembangan Lahan Permukiman 2003-2009

Sumber: Hasil analisis, 2017



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.21** Perkembangan Permukiman 2009-2016  
Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**f. Karakteristik dan perkembangan Pertanian**

Lahan pertanian di Kota Pekalongan adalah lahan pertanian pangan berupa sawah irigasi. Pertanian merupakan penggunaan lahan terbesar kedua setelah permukiman di Kota Pekalongan. Mayoritas penduduk Kota Pekalongan memanfaatkan sektor pertanian sebagai penghasilan ekonomi. Lahan Pertanian paling besar terdapat di Kecamatan Pekalongan Selatan.

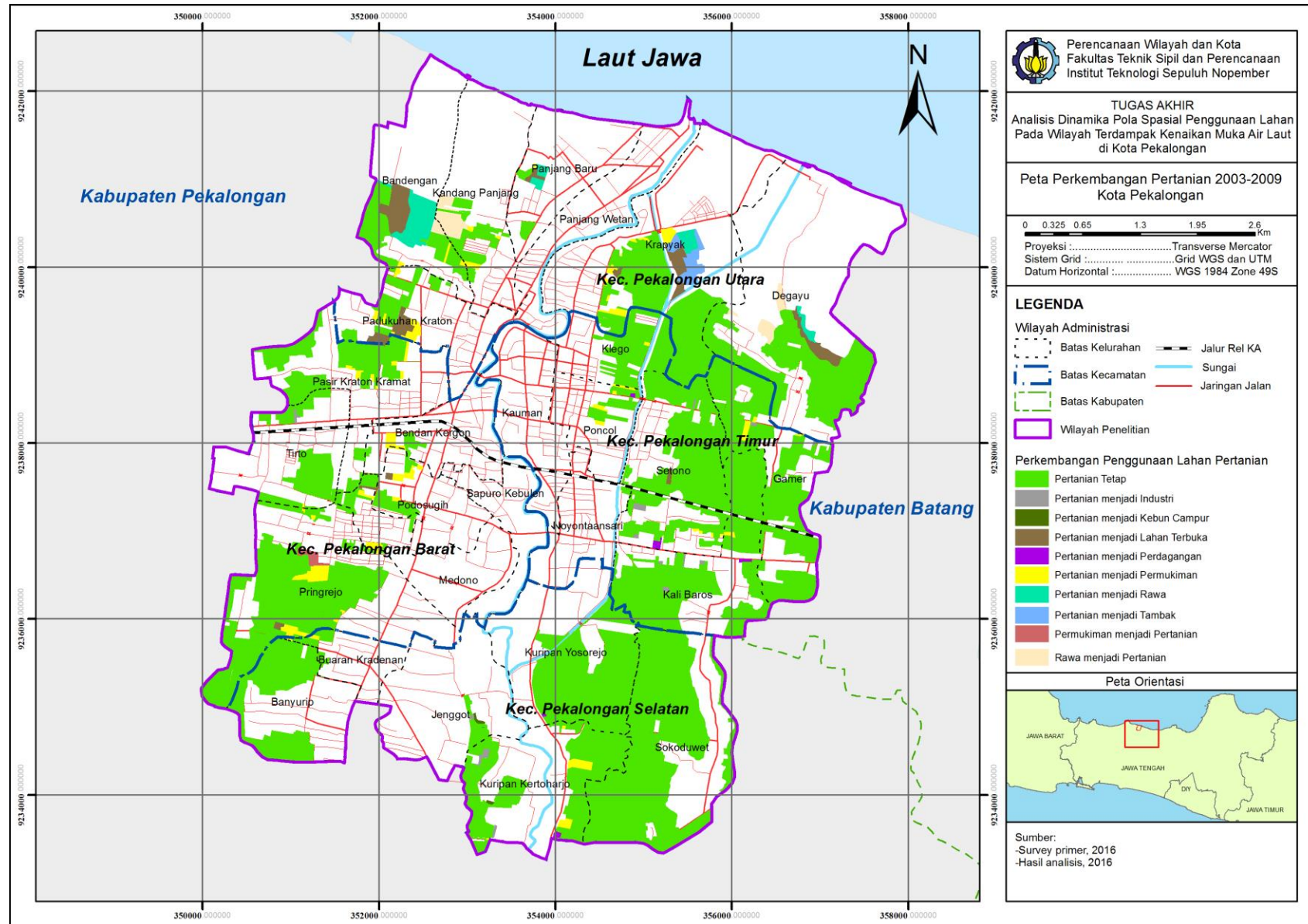


**Gambar 4.25** Pertanian di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Pada kurun tahun 2003-2016, tren penggunaan lahan pertanian selalu menurun. Dengan kata lain telah terjadi banyak konversi dari lahan pertanian menjadi penggunaan lahan lainnya. Berdasarkan statistik, lahan pertanian mengalami pengurangan setiap tahunnya. Perubahan lahan pertanian paling besar adalah di Kecamatan Pekalongan Utara. Dibanding kecamatan lainnya, Pekalongan Utara memiliki lahan pertanian tahun 2016 paling kecil dan dengan angka perubahan lahan pertanian terbesar sejak 2009 yaitu seluas 455.36 Ha. Adanya karakteristik tersebut dikarenakan juga dipengaruhi oleh banjir rob yang melanda Kota Pekalongan terutama di wilayah Pekalongan Utara.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

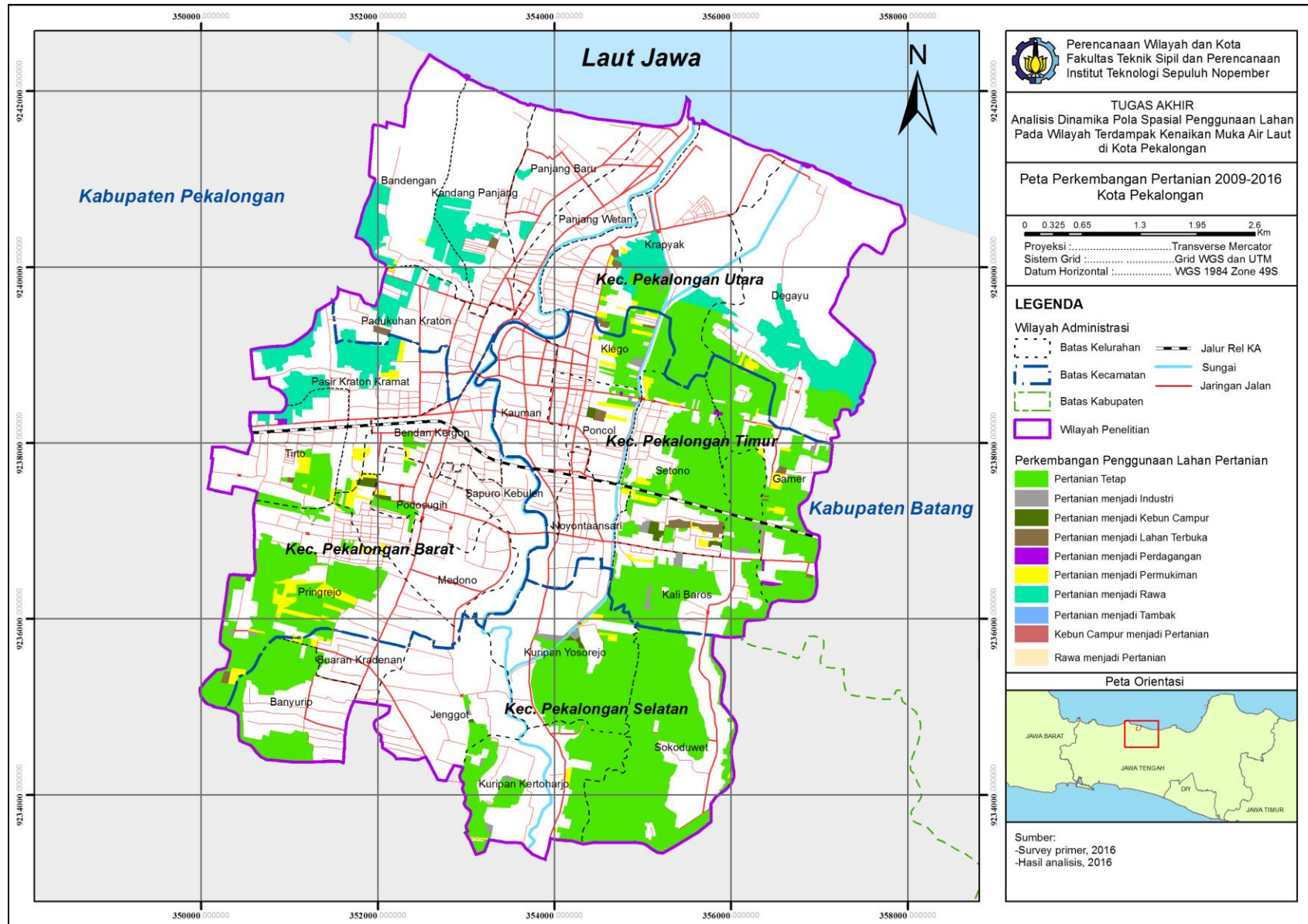


**Peta 4.22 Perkembangan Pertanian 2003-2009**

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*





**Peta 4.23 Perkembangan Pertanian 2009-2016**

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**g. Karakteristik dan perkembangan Rawa**

Rawa merupakan genangan air di daratan sebagai akibat letaknya yang lebih rendah dari daerah sekitarnya dan terjadi secara terus menerus. Di Kota Pekalongan, adanya rawa dikarenakan oleh genangan banjir rob yang ada di daratan tidak bisa surut dan kembali ke laut. Rawa di Kota Pekalongan terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara. Rawa merupakan lahan yang tidak produktif dan secara materiil merugikan penduduk karena lahan yang sebelumnya merupakan lahan produktif, berubah menjadi rawa.

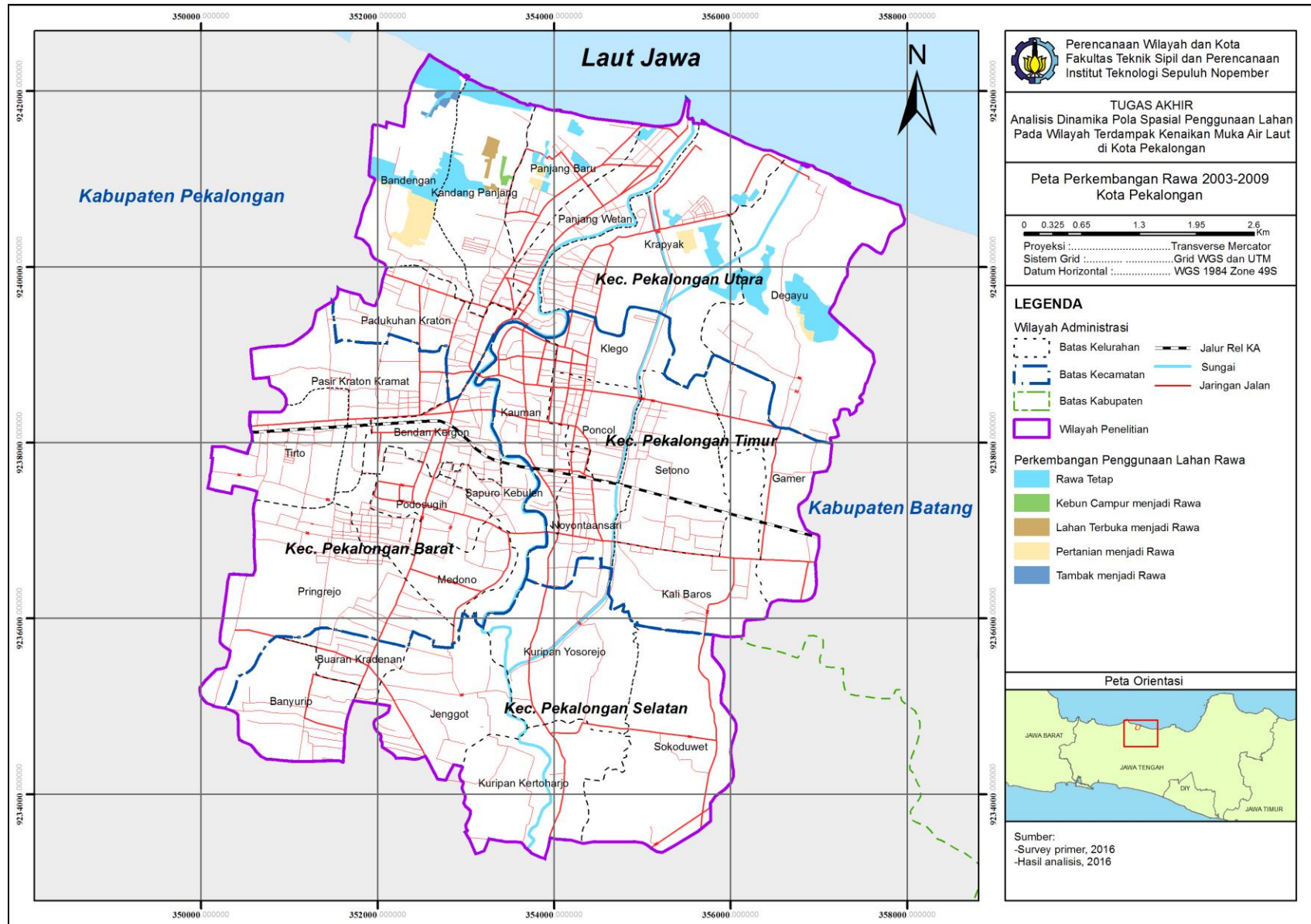


**Gambar 4.26** Rawa di Kota Pekalongan

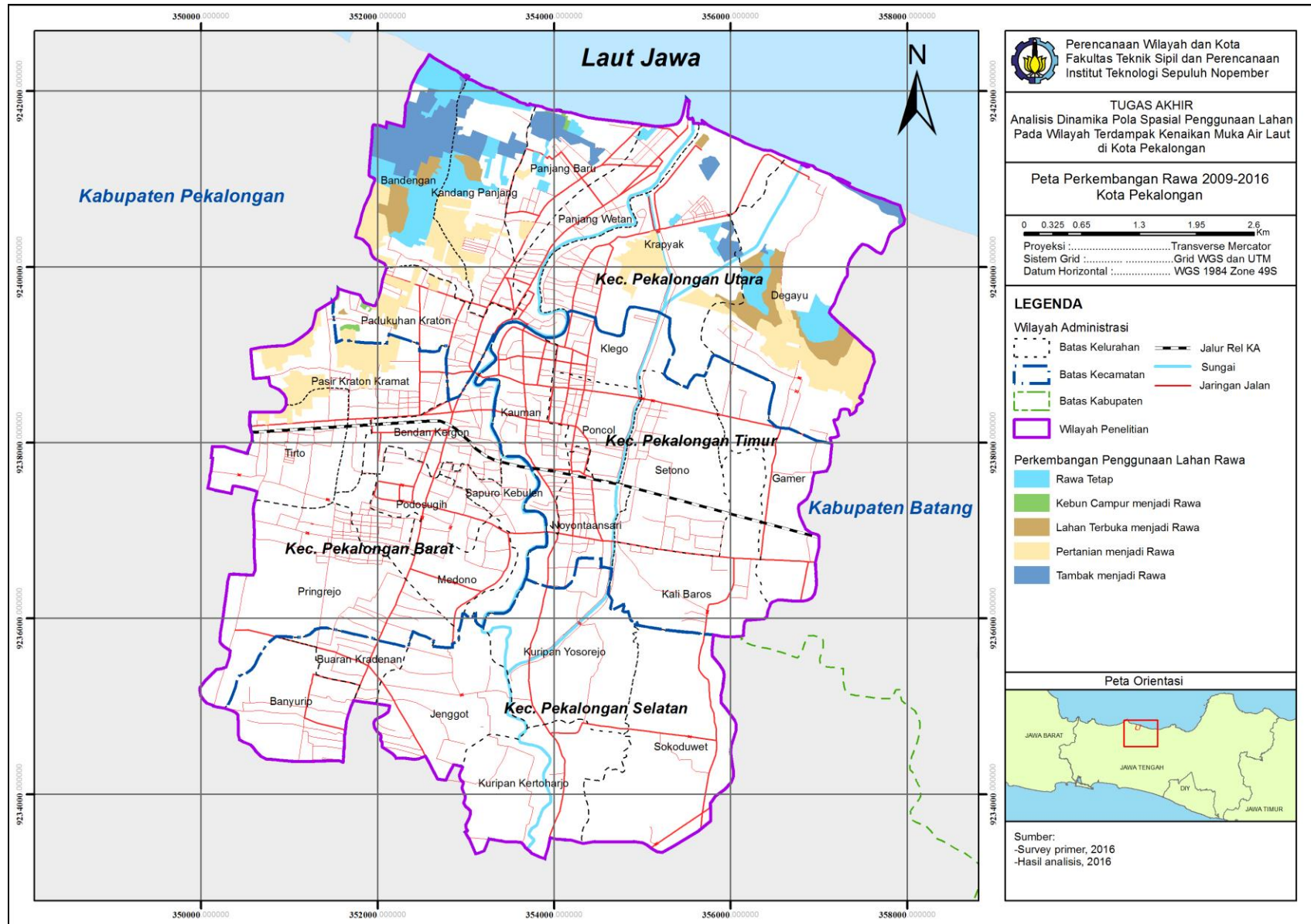
*Sumber: Survei primer, 2016*

Berdasarkan *trend* penggunaan lahan, rawa merupakan penggunaan lahan yang mengalami penambahan terbesar dalam periode 2009-2016. Penambahan penggunaan rawa terjadi pada perubahan lahan tidak terbangun antara lain kebun, pertanian, lahan terbuka, dan tambak yang telah tergenang oleh air rob. Penggunaan lahan paling besar yang mengalami perubahan menjadi rawa adalah lahan pertanian, dan lahan pertanian tersebut adalah lahan pertanian yang berada di wilayah terdampak genangan banjir rob.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.25** Perkembangan Rawa 2009-2016

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

#### **h. Karakteristik dan perkembangan Tambak**

Penggunaan lahan sebagai tambak merupakan kolam buatan yang digunakan sebagai budidaya perairan. Tambak di Kota Pekalongan berada di wilayah pesisir dan merupakan tambak air payau. Budidaya yang dilakukan pada tambak di Kota Pekalongan antara lain adalah ikan bandeng, udang, dan rumput laut. Tambak yang ada merupakan bekas lahan mangkrak yang tergenang air laut yang kemudian dimanfaatkan sebagai budidaya.



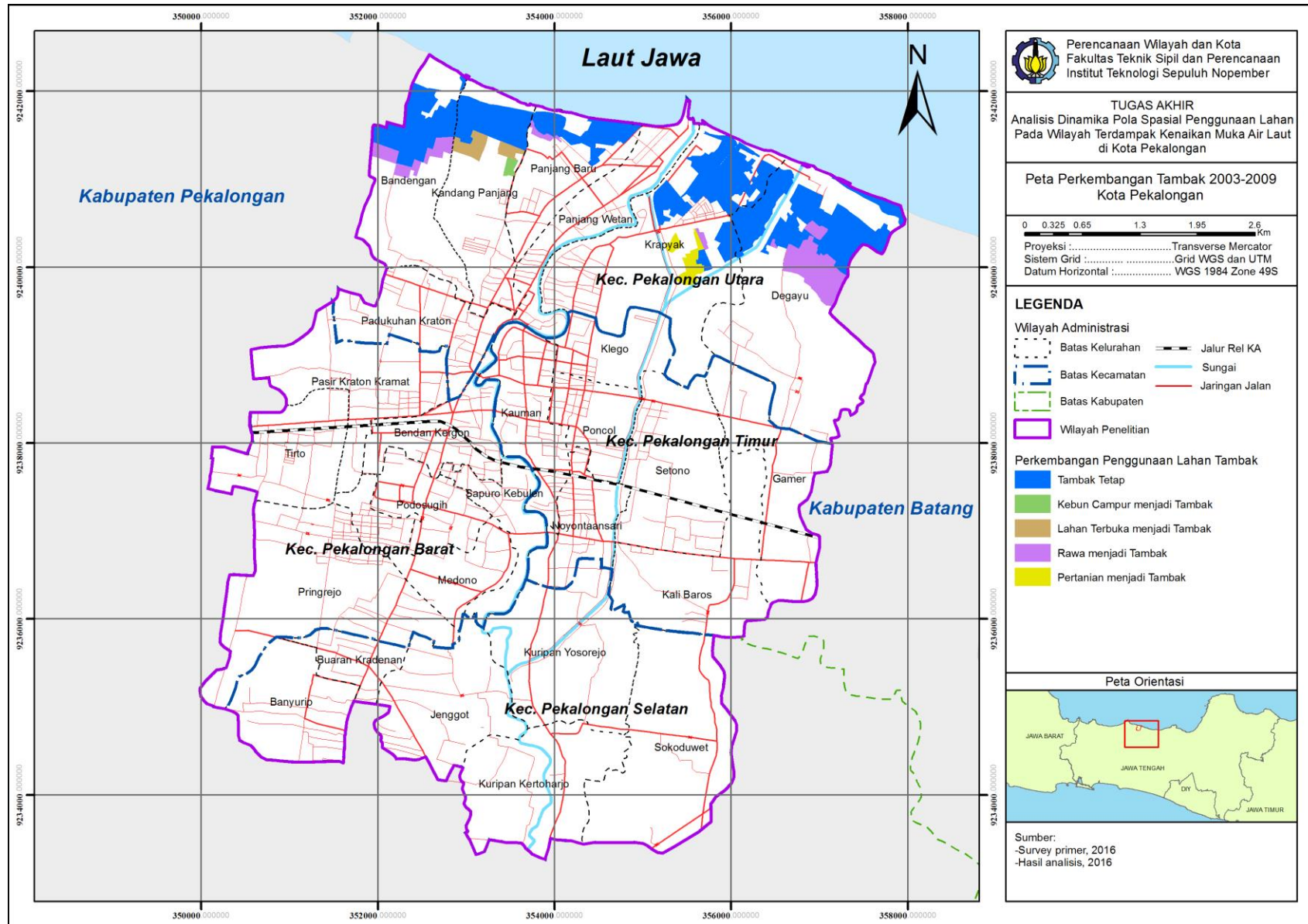
**Gambar 4.27** Rawa di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Berdasarkan tren, luas tambak di Kota Pekalongan cenderung mengalami penurunan. Hal tersebut diakibatkan oleh semakin tingginya banjir rob yang melanda. Batas tambak yang tergenang akan mengakibatkan tambak menjadi rawa. Penduduk Kota Pekalongan memanfaatkan lahan yang tergenang menjadi rawa sebagai tambak. Pada akhir-akhir ini, lahan tambak dibudidayakan menggunakan jaring apung agar tidak tenggelam oleh tingginya banjir rob yang terjadi. Untuk penggunaan lahan sebagai tambak hanya ada di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara.



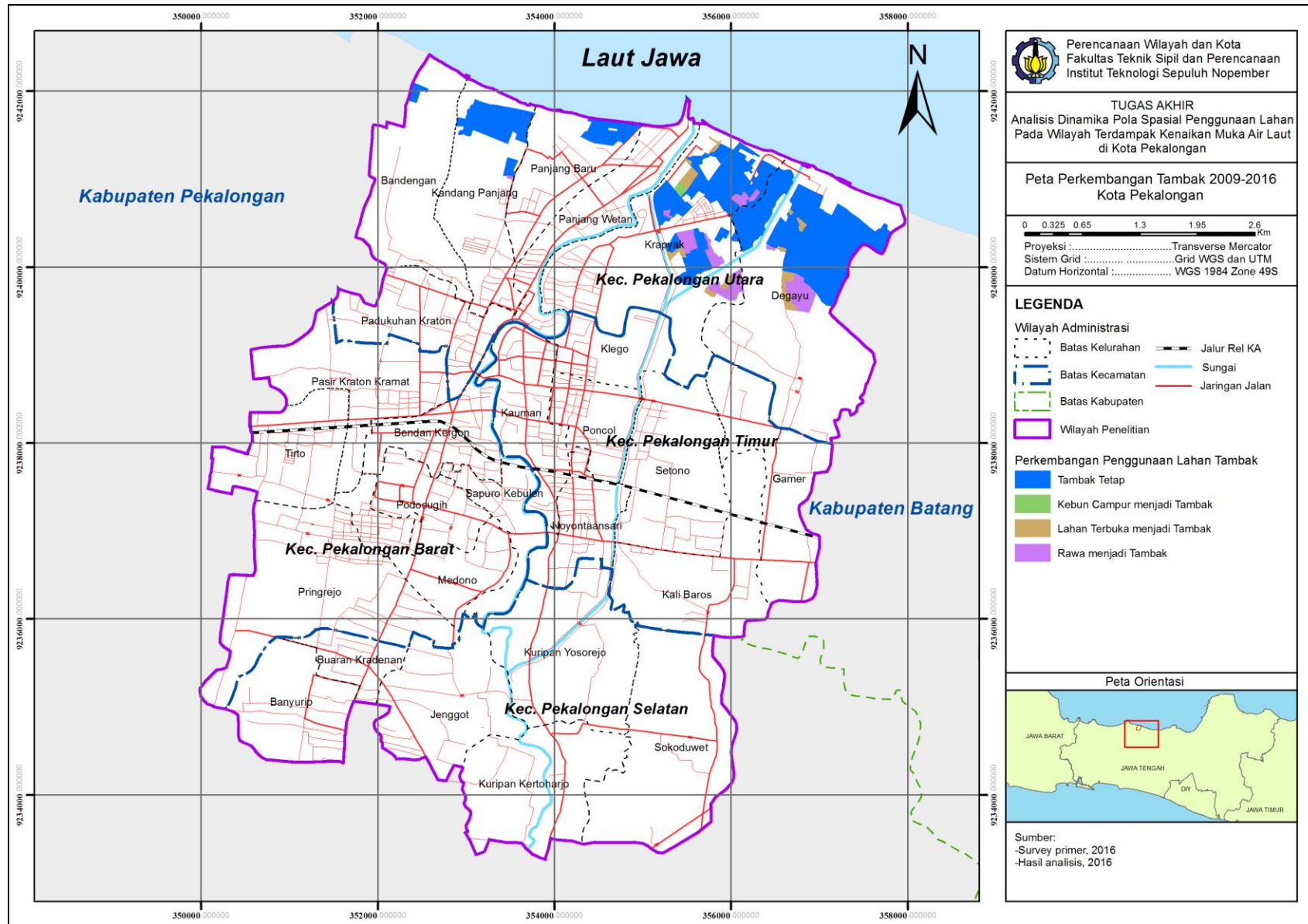
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.26** Perkembangan Tambak 2003-2009

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.27** Perkembangan Tambak 2009-2016

Sumber: Hasil analisis, 2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**i. Karakteristik dan perkembangan RTH**

Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area penggunaannya lebih bersifat terbuka dan memiliki fungsi ekologis berupa tempat tumbuh tanaman. RTH di Kota Pekalongan terdiri dari taman kota dan makam. Terdapat beberapa titik taman kota dan makam yang menyebar di wilayah kota.



**Gambar 4.28** RTH di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Secara statistik tidak terdapat dinamika perkembangan RTH di Kota Pekalongan. Luas penggunaan lahan sebagai RTH sama untuk setiap periode waktunya. Tidak terdapat penambahan ataupun pengurangan luas taman kota dan makam yang ada di Kota Pekalongan.

**j. Karakteristik dan perkembangan Sungai**

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Di Kota Pekalongan terdapat beberapa ruas sungai yang melintas. Sungai besar yang ada di Kota Pekalongan adalah sungai pekalongan dan sungai banger. Sebagai wilayah pesisir, Kota Pekalongan merupakan hilir dari sungai-sungai yang melintas.





**Gambar 4.29** Sungai di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

Berdasarkan *trend*, tidak terdapat perubahan dari sungai yang ada di Kota Pekalongan. Dari segi luas juga relatif sama setiap tahunnya.

**k. Karakteristik dan perkembangan Transportasi**

Penggunaan lahan transportasi di Kota Pekalongan antara lain adalah sebagai terminal, stasiun, dan pelabuhan. Transportasi dapat diidentifikasi dengan mudah karena merupakan tempat publik. Adanya lahan transportasi darat dan laut merupakan daya tarik tersendiri bagi perkembangan Kota Pekalongan. Tidak terdapat dinamika terkait penggunaan lahan transportasi di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.30** Transportasi di Kota Pekalongan

*Sumber: Survei primer, 2016*

#### 4.2.4 Statistik Penggunaan Lahan Kota Pekalongan

Setiap kecamatan di Kota Pekalongan memiliki komposisi dan dinamika penggunaan lahan yang berbeda-beda. Sesuai dengan faktor penyebab perubahan penggunaan lahannya, setiap kecamatan cenderung dinamis untuk setiap jenis penggunaan lahan yang ada. Di Kota Pekalongan terdapat 4 kecamatan yaitu Kecamatan Pekalongan Utara, Kecamatan Pekalongan Barat, Kecamatan Pekalongan Timur, dan Kecamatan Pekalongan Selatan.

Kecamatan Pekalongan Utara adalah wilayah yang berbatasan dengan laut dan hal tersebut menjadikan Pekalongan Utara berbeda untuk perkembangan penggunaan lahannya jika dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Berikut adalah luas penggunaan lahan dan perubahannya di Kecamatan Pekalongan Utara.

**Tabel 4.18** Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Utara

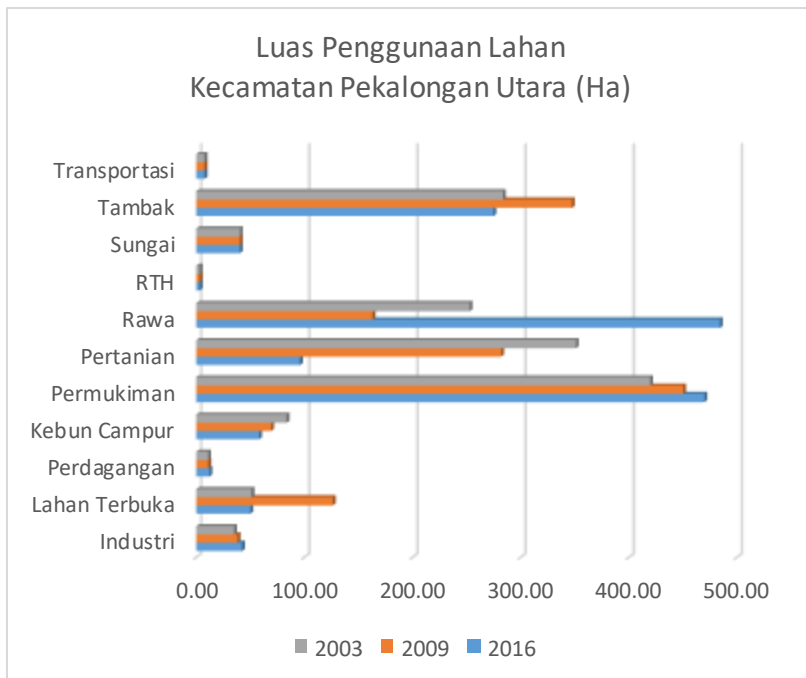
NO	PENGGUNAAN LAHAN	LUASAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	35.00	38.31	42.29	3.31	3.98	7.29
2	Lahan Terbuka	51.13	126.25	50.13	75.12	-76.11	-0.99
3	Perdagangan	10.91	11.13	12.21	0.21	1.08	1.29
4	Perkebunan	83.49	69.33	58.15	-14.17	-11.17	-25.34
5	Permukiman	419.66	450.30	469.86	30.64	19.56	50.20
6	Pertanian	351.06	281.97	95.96	-69.10	-186.00	-255.10
7	Rawa	252.84	163.01	484.29	-89.83	321.29	231.46
8	RTH	3.21	3.21	3.21	0.00	0.00	0.00
9	Sungai	40.30	40.30	40.30	0.00	0.00	0.00
10	Tambak	283.63	347.45	274.83	63.81	-72.62	-8.81
11	Transportasi	7.67	7.67	7.67	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan statistik tersebut, dapat diketahui bahwa di Pekalongan Utara penggunaan lahan yang tidak mengalami



perubahan luasan adalah RTH, transportasi, dan sungai. Untuk penggunaan lahan lainnya mengalami dinamika berupa perubahan luasan.



**Gambar 4.31** Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Utara  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Penggunaan lahan paling dominan tahun 2016 di Pekalongan Utara adalah rawa, dengan penambahan luas paling besar dari periode sebelumnya yang mencapai 321,29 ha. Adanya karakteristik luasnya rawa di Pekalongan Utara mengindikasikan dominannya dampak adanya kenaikan muka air laut. Penggunaan lahan terbesar kedua adalah permukiman, dengan catatan setiap periode mengalami penambahan akan tetapi cenderung kecil untuk penambahan luasnya. Kemudian terdapat lahan pertanian, yang setiap periodenya mengalami pengurangan luas yang cukup besar. Untuk kurun waktu 2003 sampai 2016, lahan pertanian di

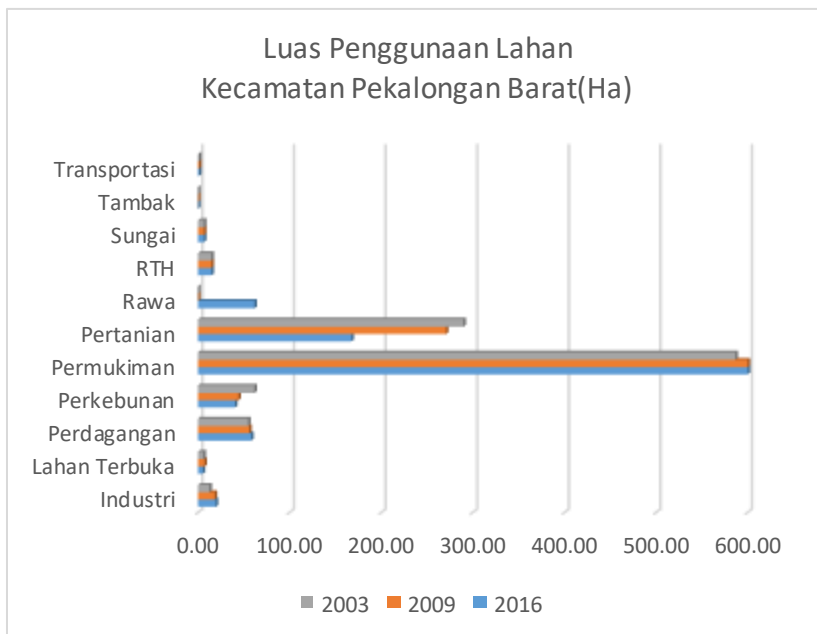
Pekalongan Utara berkurang seluas 255,10 ha dan hal tersebut dikarenakan adanya rendaman air dari kenaikan muka air laut.

Kemudian untuk penggunaan lahan di Kecamatan Pekalongan Barat memiliki karakteristik yang berbeda. Statistik menunjukkan bahwa di Pekalongan Barat tidak terdapat penggunaan lahan sebagai tambak. Dan terdapat penggunaan lahan baru berupa rawa di tahun 2016.

**Tabel 4.19** Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekalongan Barat

NO	PENGUNAAN LAHAN	LUASAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	12.45	18.22	19.26	5.77	1.05	6.82
2	Lahan Terbuka	6.03	7.02	5.20	0.99	-1.82	-0.83
3	Perdagangan	54.72	55.87	58.11	1.15	2.23	3.39
4	Kebun Campur	61.66	44.15	40.26	-17.51	-3.88	-21.39
5	Permukiman	586.79	615.63	659.64	28.84	44.01	72.85
6	Pertanian	289.92	270.67	167.47	-19.24	-103.20	-122.45
7	Rawa	0.00	0.00	61.61	0.00	61.61	61.61
8	RTH	14.75	14.75	14.75	0.00	0.00	0.00
9	Sungai	6.43	6.43	6.43	0.00	0.00	0.00
10	Transportasi	1.05	1.05	1.05	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



**Gambar 4.32** Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Barat  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Penggunaan lahan permukiman mendominasi wilayah Pekalongan Barat, dengan catatan setiap periode mengalami penambahan luasan. Setelah itu terdapat penggunaan lahan pertanian. Untuk lahan pertanian di Pekalongan barat setiap periodenya mengalami pengurangan luas yang relatif besar.

Berbeda halnya dengan wilayah Kecamatan Pekalongan Timur. Di Pekalongan Timur tidak ada penggunaan lahan rawa dan tambak. Dinamika penggunaan lahan pada periode 2003-2016 di Pekalongan Timur tergolong kecil dibanding Pekalongan Utara dan Pekalongan Barat.

**Tabel 4.20** Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan  
Pekalongan Timur

NO	PENGGUNAAN LAHAN	LUASAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	42.98	47.47	56.50	4.49	9.03	13.52
2	Lahan Terbuka	9.49	3.81	10.97	-5.68	7.16	1.48
3	Perdagangan	40.33	48.07	52.52	7.74	4.45	12.19
4	Kebun Campur	31.07	29.07	32.49	-1.99	3.41	1.42
5	Permukiman	379.19	385.89	408.59	6.70	22.70	29.40
6	Pertanian	445.56	434.30	387.55	-11.26	-46.75	-58.01
7	RTH	4.34	4.34	4.34	0.00	0.00	0.00
8	Sungai	16.31	16.31	16.31	0.00	0.00	0.00
9	Transportasi	6.69	6.69	6.69	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil analisis didapatkan data perubahan penggunaan lahan di Pekalongan Timur. Penggunaan lahan yang mengalami perubahan antara lain adalah industri, lahan terbuka, perdagangan, kebun campur, permukiman, dan pertanian. Untuk penggunaan lahan lainnya bersifat statis dan tidak mengalami perubahan. Setiap penggunaan lahan yang dinamis mengalami penambahan luas kecuali penggunaan lahan pertanian yang mengalami pengurangan.



**Gambar 4.33** Diagram penggunaan lahan di Pekalongan Timur  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Lahan pertanian yang secara *trend* merupakan penggunaan lahan dominan di Pekalongan Timur setiap periodenya selalu mengalami pengurangan. Pengurangan luasan penggunaan lahan pertanian di Pekalongan Timur adalah dikarenakan terkonversi menjadi penggunaan lahan terbangun. Untuk penggunaan lainnya seperti permukiman, industri, perdagangan setiap periodenya mengalami penambahan luasan.

Kemudian untuk wilayah Kecamatan Pekalongan Selatan yang merupakan wilayah bebas banjir rob memiliki karakteristik perkembangan tersendiri. Tidak terdapat penggunaan lahan sebagai rawa, tambak, lahan terbuka, dan transportasi di Pekalongan Selatan.

**Tabel 4.21** Statistik Penggunaan Lahan di Kecamatan  
Pekalongan Selatan

NO	PENGUNAAN LAHAN	LUASAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	13.48	16.38	28.18	2.90	11.80	14.71
2	Lahan Terbuka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Perdagangan	11.65	12.52	12.99	0.87	0.47	1.34
4	Kebun Campur	151.88	150.74	137.01	-1.14	-13.73	-14.88
5	Permukiman	420.31	426.39	438.94	6.09	12.54	18.63
6	Pertanian	496.05	487.33	476.25	-8.72	-11.08	-19.80
7	RTH	5.41	5.41	5.41	0.00	0.00	0.00
8	Sungai	13.58	13.58	13.58	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Untuk penggunaan lahan paling dominan di setiap periodenya adalah penggunaan lahan pertanian. Kemudian terdapat permukiman, dan selanjutnya adalah kebun campur. Lahan pertanian dan kebun campur setiap periodenya mengalami pengurangan luasan, sebaliknya untuk penggunaan lahan permukiman, industri, dan perdagangan mengalami penambahan. Pengurangan lahan pertanian di Pekalongan Selatan tidak sebesar di kecamatan lainnya. Untuk penggunaan lahan lainnya seperti RTH dan sungai bersifat statis dan tidak mengalami perubahan luasan.



**Gambar 4.34** Diagram Penggunaan Lahan di Pekalongan Selatan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari diagram tersebut dapat diketahui untuk proporsi setiap jenis penggunaan lahan yang ada di Kota Pekalongan. Dari periode tahun 2003, 2009, dan 2016 mayoritas jenis penggunaan lahan mengalami perubahan baik penambahan maupun pengurangan. Selanjutnya data penggunaan lahan ini dapat diidentifikasi untuk daerah yang terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.

### **4.3 Identifikasi Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut Kota Pekalongan**

Identifikasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut dilakukan untuk mengetahui sebaran spasial wilayah yang tergenang oleh kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Proses identifikasi wilayah terdampak berdasarkan model spasial yang dibangun dan dengan kondisi lapangan. Wilayah terdampak terdampak kenaikan muka air laut akan ditunjukkan dengan peta genangan banjir. Proses pembentukan model spasial genangan banjir dibangun berdasarkan metode spasial berbasis GIS. Dari hasil identifikasi akan diketahui kecenderungan sebaran wilayah yang tergenang oleh air laut yang merupakan faktor kompleksitas dalam perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan.

#### **4.3.1 Pemodelan Spasial Genangan Kenaikan Muka Air Laut**

Pemodelan spasial genangan kenaikan muka air laut digunakan sebagai bahan identifikasi wilayah tergenang kenaikan muka air laut. Dalam model spasial yang dihasilkan, kenaikan muka air laut akan berpengaruh terhadap wilayah yang berhubungan langsung dengan laut berdasarkan ketinggian wilayahnya. Teknik analisis yang digunakan dalam membangun model spasial genangan ini mengadaptasi dari Pratomoatmojo (2012) dan Widodo (2014) menggunakan *tools Spatial Raster Calculator*. Dan juga mengadaptasi (Marfai dkk, 2013) yang menggunakan iterasi agar model yang dihasilkan lebih mendekati kenyataan di lapangan. Sehingga model yang dihasilkan mempertimbangkan letak dan keterhubungan wilayah dengan laut sebagai titik awal kenaikan muka air laut.

Analisis yang dilakukan berdasarkan skenario ketinggian pasang air maksimum. Wilayah yang memiliki elevasi lebih rendah daripada ketinggian air laut saat pasang maksimum, dikategorikan sebagai wilayah yang tergenang oleh kenaikan muka air laut. Dalam simulasi model wilayah tergenang kenaikan muka air laut ini menggunakan 2 data yaitu data *Digital*



*Elevation Model* (DEM) dalam format raster dan ketinggian air pasang maksimum (HHWL).

DEM merupakan data spasial yang berfungsi untuk menampilkan informasi ketinggian atau elevasi suatu wilayah. Dalam analisis ini, penggunaan DEM sebagai data dasar untuk membuat peta genangan kenaikan muka air laut. Pembuatan DEM Kota Pekalongan ini berdasarkan titik tinggi dari data Peta Rupa Bumi Indonesia (Peta RBI). Informasi titik ketinggian diinterpolasikan untuk menjadi DEM, dalam penelitian ini menggunakan fitur *Topo to Raster* pada ArcGIS. Peta DEM yang dihasilkan dalam resolusi tinggi yaitu 5x5, agar analisis yang dilakukan lebih detail dan sesuai dengan *cell size* raster yang digunakan dalam analisis sebelumnya.

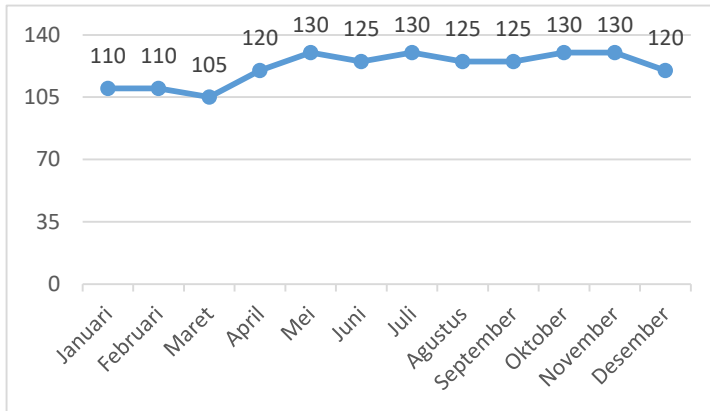
Kemudian untuk data air pasang maksimum menggunakan data *Highest High Water Level* (HHWL) di tahun 2016 dengan pertimbangan kenaikan muka air laut akan semakin tinggi untuk setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Pekalongan, kejadian terbesar dari kenaikan muka air laut terjadi di tahun 2016 hingga dikeluarkannya SK Walikota terkait status darurat banjir rob. Status darurat kejadian bencana banjir rob di Kota Pekalongan tahun 2016 dibagi dalam 3 tahap, yaitu:

- Tahap I : 20 Juni 2016 – 3 Juli 2016
- Tahap II : 4 Juli 2016 – 17 Juli 2016
- Tahap III : 18 Juli 2016 – 31 Juli 2016

Dalam ketiga tahap tersebut dilakukan upaya penanggulangan bencana. Dikarenakan ketinggian genangan air laut di permukiman mencapai level tertinggi yang pernah terjadi, hingga dilakukan evakuasi posko kedaruratan bagi penduduk yang terdampak.

Dalam analisis ini ketinggian air yang digunakan untuk simulasi adalah data tinggi pasang surut maksimum tahun 2016 pengamatan BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Semarang. Tinggi pasang surut maksimum (dalam centimeter) di setiap

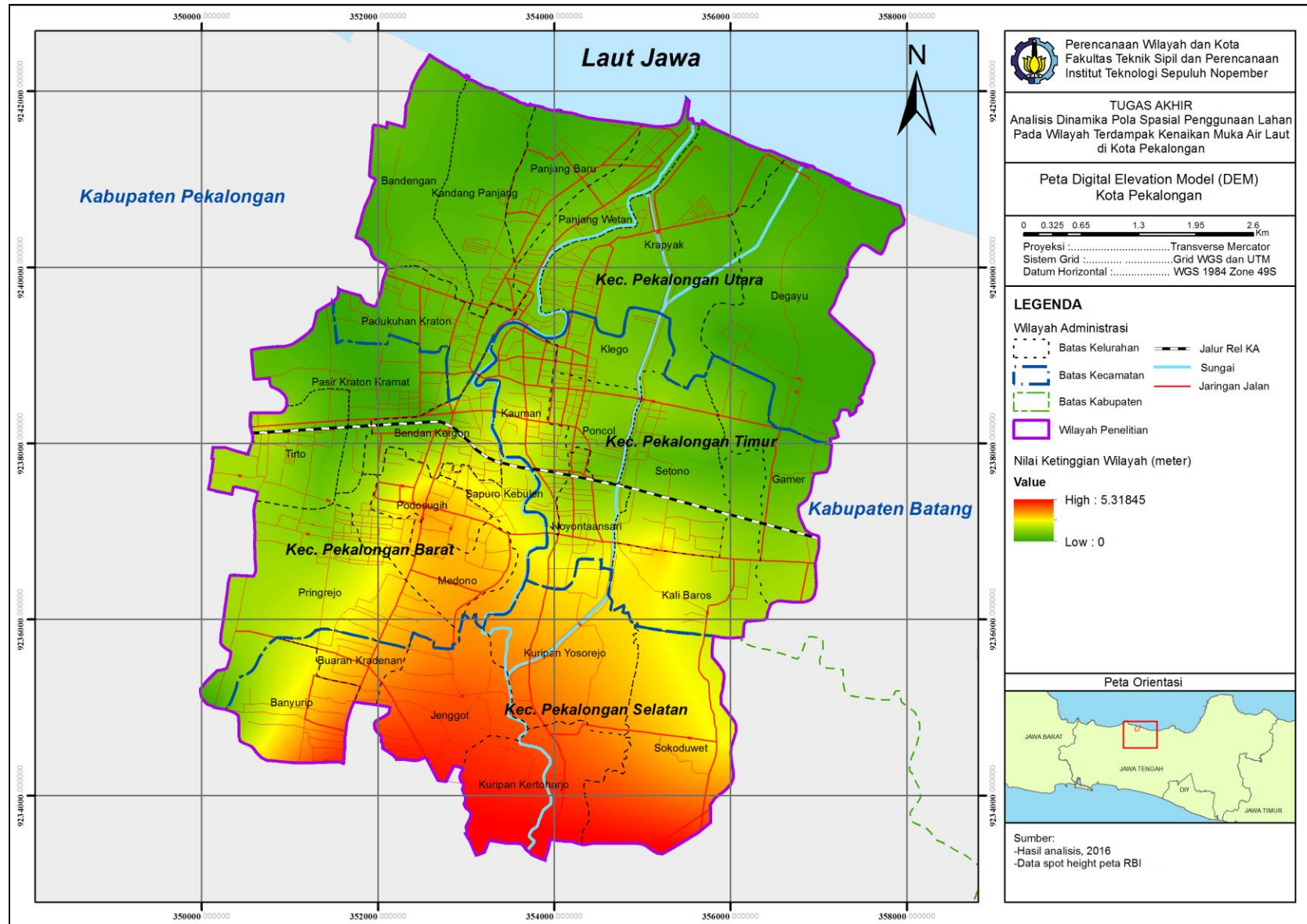
bulannya diambil yang HHWL yaitu air pasang yang paling tinggi pada tahun 2016.



**Gambar 4.35** Pasang Maksimum Laut Utara Jawa Tengah 2016  
*Sumber: Stasiun Meteorologi Maritim BMKG Klas II Semarang, 2017*

Berdasarkan data pengamatan tersebut dapat diketahui bahwa untuk pasang maksimum paling tinggi (HHWL) di perairan pantura pada tahun 2016 adalah setinggi 130 cm. Data HHWL tersebut kemudian disimulasikan untuk wilayah tergenang banjir rob dengan *Spatial Raster Calculator* GIS untuk mengetahui wilayah tergenang kenaikan muka air laut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.28** Digital Elevation Model (DEM) Kota Pekalongan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Berdasarkan peta DEM tersebut, dapat diketahui untuk Kota Pekalongan memiliki elevasi wilayah paling tinggi sekitar 5,3 meter dan paling rendah 0 meter diatas permukaan laut. Kemudian dari raster DEM tersebut disimulasikan dengan GIS menggunakan *Logical Operator* fungsi *Conditional* untuk mendapatkan sebaran wilayah yang berada di bawah ketinggian HHWL.

Logika perhitungan yang digunakan adalah wilayah dengan ketinggian lebih rendah dari ketinggian HHWL termasuk dalam wilayah yang tergenang kenaikan muka air laut. Berikut adalah untuk *Logical Operator* fungsi *conditional* yang digunakan dalam *Raster Calculator* GIS.

**Wilayah tergenang** =  $Con("DATA"<Criteria,True,False)$   
dengan,

**Con** = fungsi *conditional*

**DATA** = layer raster DEM/raster DEM Kota Pekalongan

**Criteria** = kriteria yang ingin dicari, dalam penelitian ini kriteria yang digunakan adalah ketinggian WL (1,3 meter)

**True** = nilai output untuk menunjukkan atribut yang memenuhi kriteria (1)

**False** = nilai output untuk menunjukkan atribut yang tidak memenuhi kriteria (0)

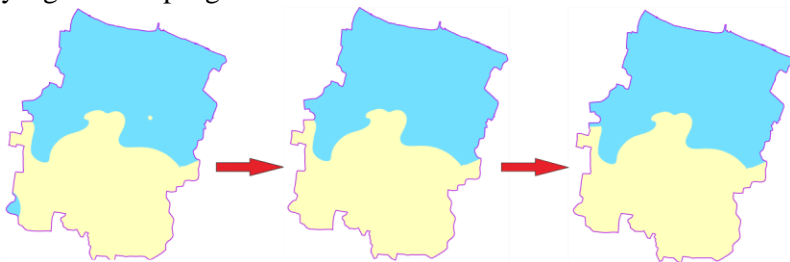
Maka persamaan yang dimasukkan dalam *Spatial Raster Calculator* adalah sebagai berikut:

**Wilayah tergenang** =  $Con("layer DEM"<1.3,1,0)$

Dari simulai menggunakan persamaan tersebut maka didapat model wilayah tergenang kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Hasil raster dengan nilai 1 menunjukkan wilayah yang tergenang kenaikan muka air laut karena memiliki nilai ketinggian kurang dari 1,3 meter. Sedangkan raster dengan nilai 0 menunjukkan wilayah yang tidak tergenang.

Model wilayah tergenang kenaikan muka air laut kemudian diiterasi sampai mendekati kondisi yang sebenarnya. Wilayah dalam model yang termasuk dalam tergenang tetapi

tidak tersambung dengan wilayah yang berbatasan dengan laut maka dihapus secara manual. Model diiterasikan dengan kondisi yang ada di lapangan.



**Gambar 4.36** Model Wilayah Tergenang Kota Pekalongan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan model wilayah tergenang kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan tersebut, dengan skenario HHWL setinggi 130 cm luas wilayah terdampak sebesar 2425,98 Ha atau 52,05% dari luas Kota Pekalongan secara keseluruhan.

**Tabel 4.22.** Persentase Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

NO	WILAYAH TERDAMPAK	LUAS (Ha)	PERSENTASE (%)
1	Pekalongan Utara	1537.94	63.39
2	Pekalongan Barat	347.15	14.31
3	Pekalongan Timur	540.89	22.30
<b>TOTAL</b>		<b>2425.98</b>	<b>100</b>

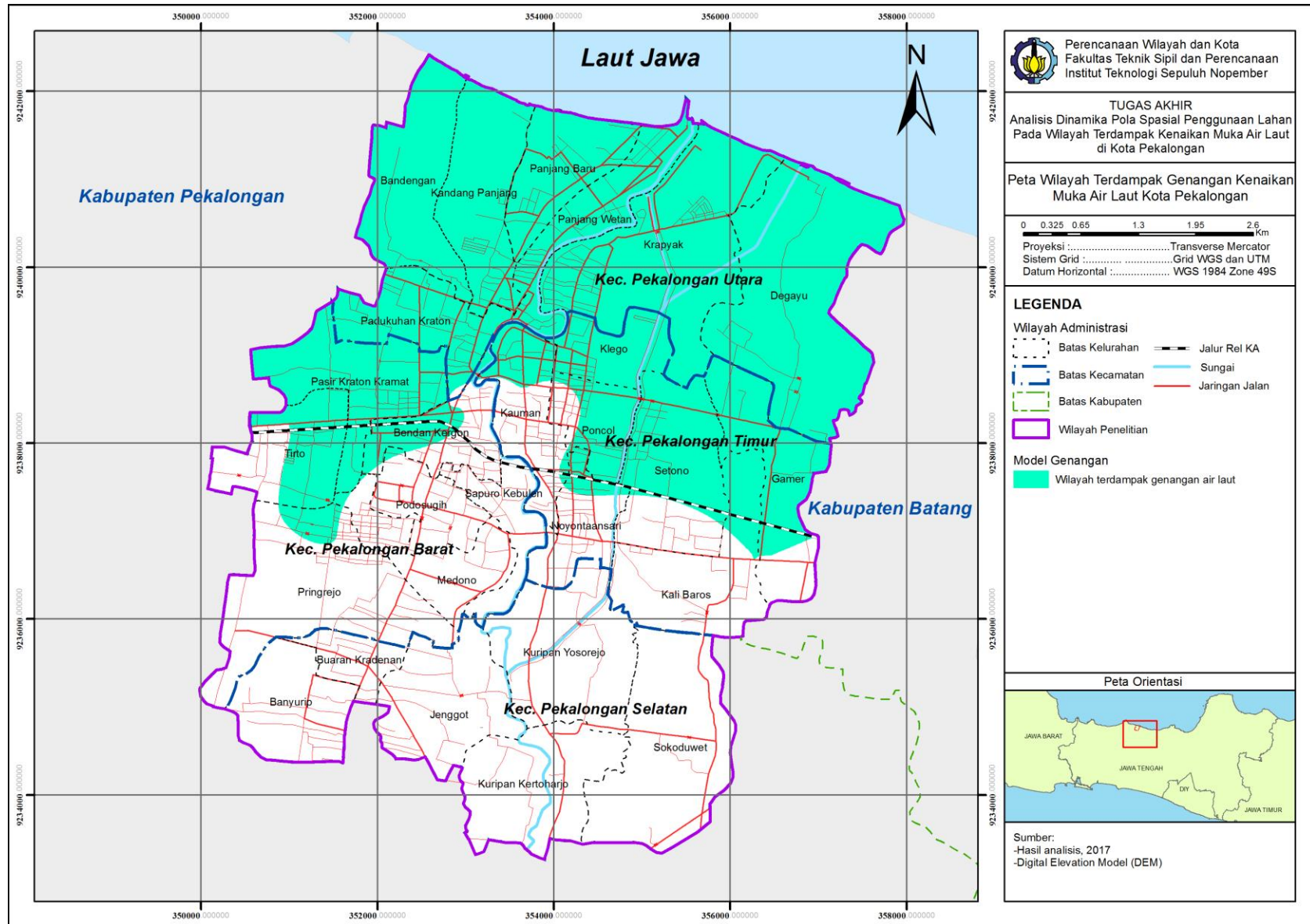
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Statistik tersebut menunjukkan wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan adalah di kecamatan Pekalongan Utara dengan persentase luasan sebesar 63,39% dari model wilayah genangan. Wilayah Pekalongan Utara yang terdampak oleh genangan kenaikan muka air laut adalah wilayah kecamatan keseluruhan yang mencakup 7 kelurahan. Kemudian wilayah terdampak selanjutnya adalah di sebagian Pekalongan Timur dengan persentase luasan mencapai 22,3% dan sebagian Pekalongan Barat dengan persentase 14,31% dari luas model wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota

Pekalongan. Model dan luasan wilayah tergenang ini kemudian digunakan untuk analisis selanjutnya setelah validasi dari observasi lapangan. Untuk model tahun 2016 ini diasumsikan telah mengakomodasi dampak terluas dari adanya banjir kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dan digunakan untuk mengidentifikasi dinamika penggunaan lahan yang terjadi wilayah tersebut.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.29** Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### 4.3.2 Validasi dan Identifikasi Lapangan

Berdasarkan model wilayah genangan kenaikan muka air laut tersebut, dapat diidentifikasi lokasi mana saja yang tergenang oleh air laut. Kemudian dilakukan observasi lapangan berupa survei primer pada wilayah yang tergenang pada model. Pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut umumnya terdapat genangan air dari laut walaupun tidak terjadi hujan tetapi air berasal dari laut yang mengalami pasang.

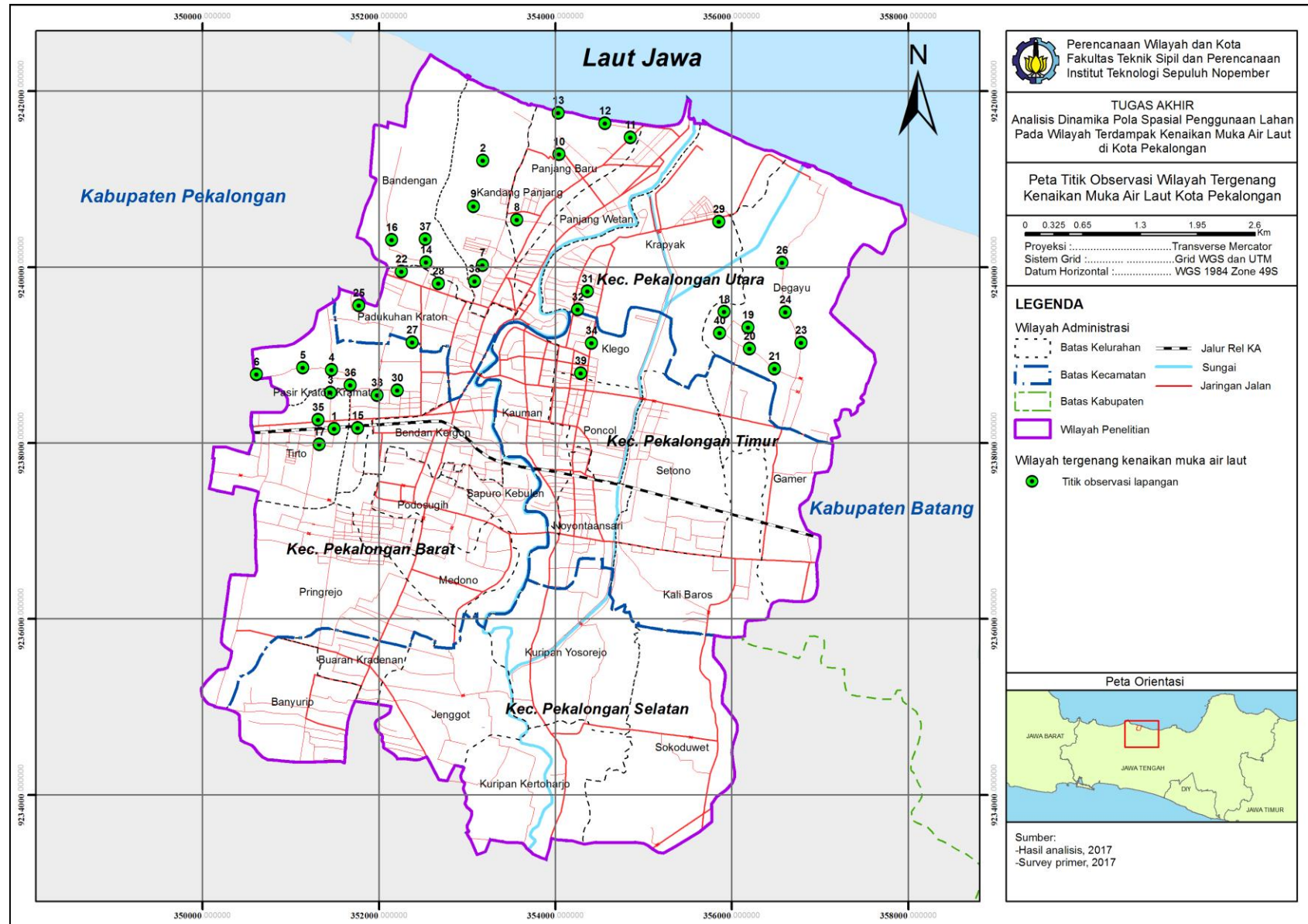


**Gambar 4.37** Wilayah Tergenang Air Laut

*Sumber: Survei primer, 2017*

Terdapat titik-titik lokasi yang telah dilakukan observasi lapangan yang menyebar pada model wilayah tergenang di Kota Pekalongan. Dari titik observasi tersebut dapat diidentifikasi bahwa model wilayah tergenang kenaikan muka air laut sudah sesuai. Genangan kenaikan muka air laut mengenai berbagai penggunaan lahan yang ada di Kota Pekalongan. Di Kota Pekalongan untuk genangan air laut cenderung memerlukan waktu yang lama untuk surut bahkan ada yang sudah genangan permanen yang tidak bisa surut. Dari titik observasi yang telah dilakukan survei primer, dampak kenaikan muka air laut terlihat dengan adanya genangan/bekas genangan dari air laut yang menyebar di model wilayah tergenang kenaikan muka air laut. Lebih lengkapnya terkait dengan validasi dan identifikasi lapangan terdapat di **Lampiran B**.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.30 Titik Observasi Lapangan**

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

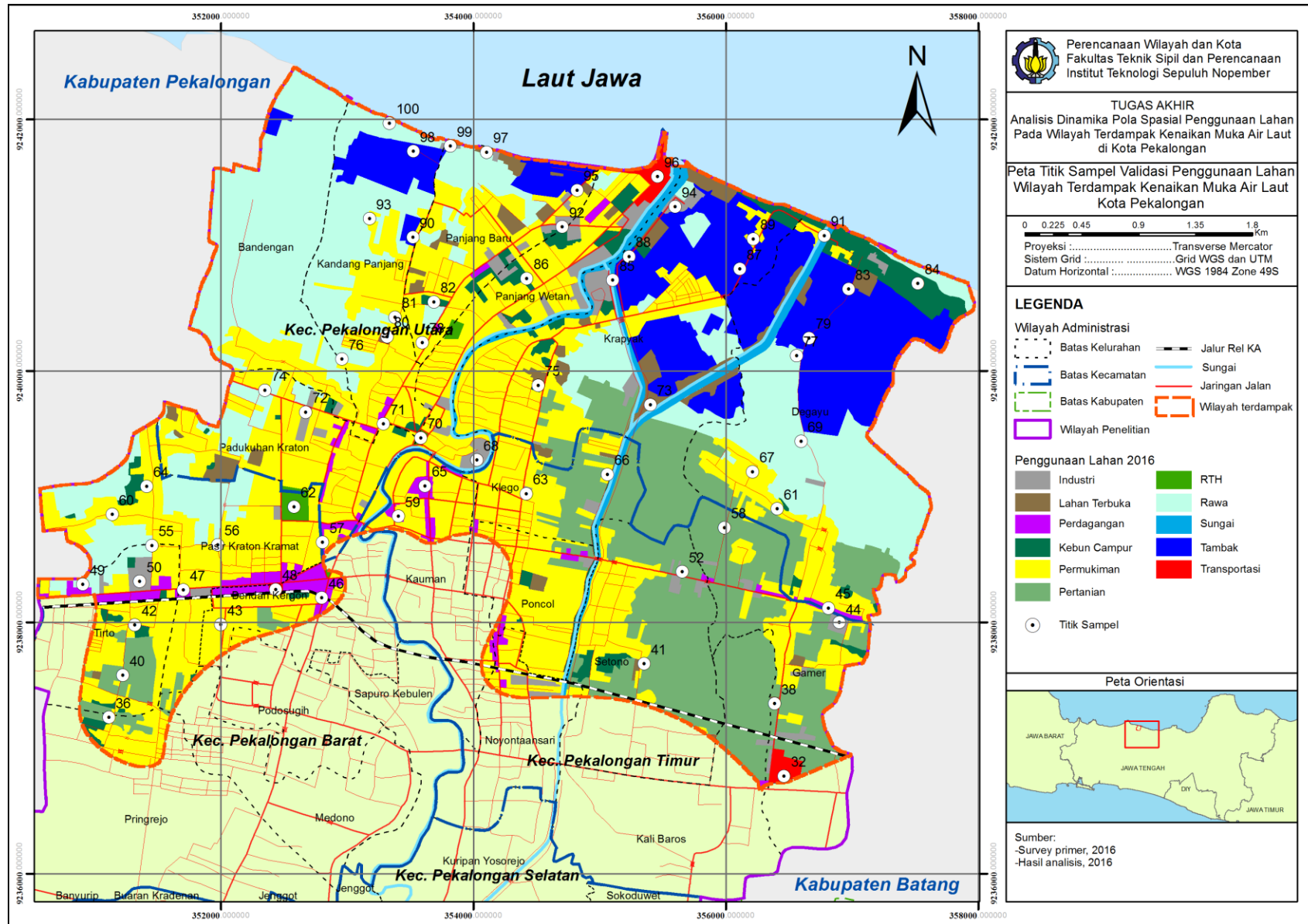
#### 4.4 Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut

Setelah diketahui wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan, selanjutnya diidentifikasi untuk penggunaan lahan yang terdapat di wilayah terdampak. Sebagai faktor kompleksitas yang ada, pengaruh adanya kenaikan muka air laut terhadap wilayah yang tergenang akan berbeda dengan wilayah yang tidak terdampak dan memiliki kecenderungan perubahan penggunaan lahan yang berbeda. Untuk mengetahui penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut, digunakan *overlay* pada GIS. Peta penggunaan lahan tahun 2003, 2009, dan 2016 ditumpang tindihkan dengan peta deliniasi wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut tahun 2016 di Kota Pekalongan. Penggunaan wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan 2016 yang merupakan periode dengan dampak paling besar digunakan untuk perbandingan penggunaan lahan di wilayah tersebut untuk periode tahun 2003, 2009, dan 2016.

Pada peta penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut yang dihasilkan dari proses *overlay*, dicek kembali untuk validitas akurasi penggunaan lahannya khusus pada wilayah terdampak. Penghitungan akurasi tersebut menggunakan titik sampel survei penggunaan lahan di Kota Pekalongan karena sudah acak baik dari segi tiap jenis penggunaan lahan maupun dari sebaran lokasi tiap titik sampelnya. Dari titik yang telah ada dihitung akurasi berdasarkan banyaknya titik yang sesuai dengan penggunaan lahan yang ada di lapangan. Untuk hasil survei lapangandi setiap titiknya terdapat di **Lampiran A** sesuai dengan kode setiap titik lokasinya.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.31** Titik Sampel Penggunaan Lahan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Berdasarkan sebaran sampel penggunaan lahan lahan tersebut, berikut untuk kode tiap jenis penggunaan lahan:

- LU 1 = Industri
- LU 2 = Lahan Terbuka
- LU 3 = Perdagangan dan jasa
- LU 4 = Kebun Campur
- LU 5 = Permukiman
- LU 6 = Pertanian
- LU 7 = Rawa
- LU 8 = RTH
- LU 9 = Sungai
- LU 10 = Tambak
- LU 11 = Transportasi

Untuk hasil perhitungan akurasi setiap jenis penggunaan lahan dan secara keseluruhan terdapat dalam tabel berikut.

**Tabel 4.23** Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan

		VALIDASI LAPANGAN											TOTAL	TIDAK SESUAI	AKURASI (%)
		LU1	LU2	LU3	LU4	LU5	LU6	LU7	LU8	LU9	LU10	LU11			
KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN CITRA	LU1	8		1									9	1	88.89
	LU2		2										2	0	100.00
	LU3			4									4	0	100.00
	LU4				5								5	0	100.00
	LU5					13							13	0	100.00
	LU6		1				6	1					8	2	75.00
	LU7							6			1		7	1	85.71
	LU8								3				3	0	100.00
	LU9									2			2	0	100.00
	LU10										5		5	0	100.00
	LU11											3	3	0	100.00
TOTAL													61	4	93.44

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil tersebut dapat diketahui peta penggunaan lahan pada wilayah terdampak memiliki akurasi yang tinggi (93,44%) dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

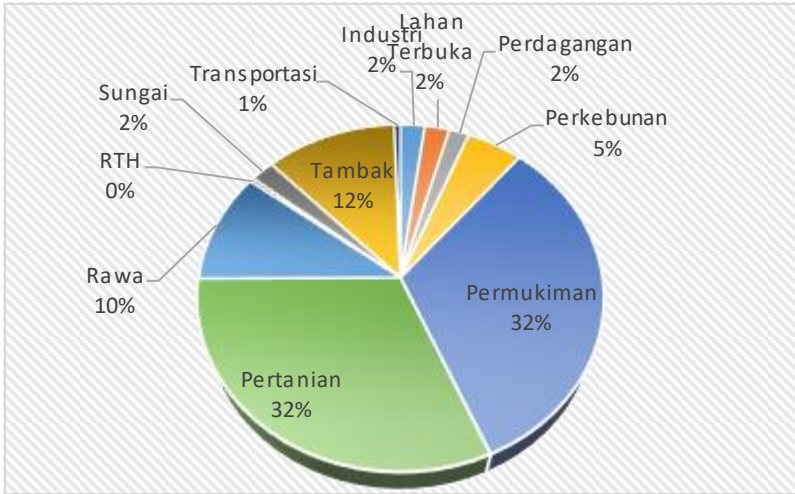
#### 4.4.1 Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut

Hasil dari *overlay* dapat diambil statistik luasan penggunaan lahan setiap periodenya pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Pada wilayah terdampak tersebut, penggunaan lahan di setiap periodenya mengalami dinamika yang cukup besar. Berikut statistik luasan penggunaan lahan 2003 pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut.

**Tabel 4.24** Luas Penggunaan Lahan 2003 Pada Wilayah Terdampak

NO	PENGUNAAN LAHAN 2003	LUAS (Ha)
1	Industri	52.38
2	Lahan Terbuka	53.44
3	Perdagangan	43.48
4	Kebun Campur	120.70
5	Permukiman	787.15
6	Pertanian	763.54
7	Rawa	252.64
8	RTH	9.03
9	Sungai	51.03
10	Tambak	283.41
11	Transportasi	13.74
<b>TOTAL</b>		<b>2430.54</b>

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



**Gambar 4.38** Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2003  
Wilayah Terdampak Genangan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

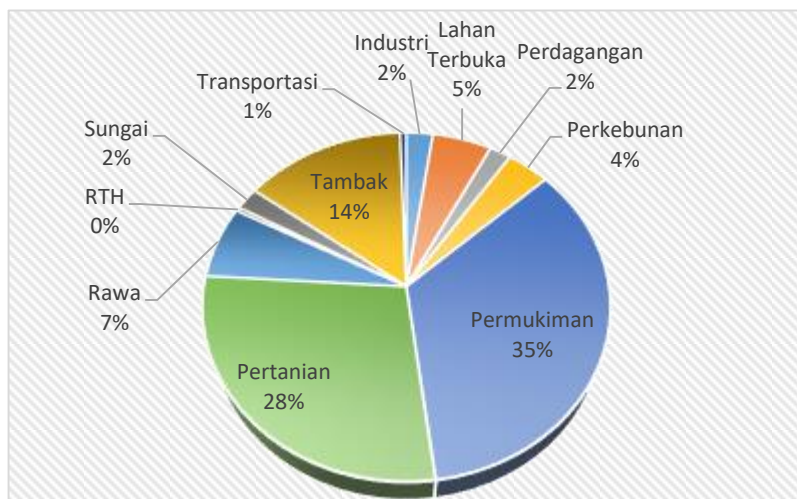
Dari data tersebut dapat diketahui karakteristik luasan di setiap penggunaan lahan pada tahun 2003. Untuk penggunaan paling besar yaitu pertanian dan permukiman dengan nilai persentase yang hampir sama. Selanjutnya adalah penggunaan lahan sebagai tambak dan kemudian penggunaan lahan rawa. Penggunaan lahan tambak dan rawa yang tergolong besar menunjukkan karakteristik sebagai wilayah yang berbatasan dengan perairan. Untuk penggunaan lahan yang paling kecil adalah penggunaan lahan RTH (Ruang Terbuka Hijau) dengan luasan hanya 9,03 Ha.

Luas penggunaan lahan pada wilayah terdampak pada periode tahun 2003 ke tahun 2009 mengalami dinamika dan perubahan luasan. Berikut statistik penggunaan lahan 2009 pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut.

**Tabel 4.25** Luas Penggunaan Lahan 2003 Pada Wilayah Terdampak

NO	PENGUNAAN LAHAN 2009	LUAS (Ha)
1	Industri	57.07
2	Lahan Terbuka	127.48
3	Perdagangan	45.96
4	Kebun Campur	92.27
5	Permukiman	842.60
6	Pertanian	681.30
7	Rawa	162.87
8	RTH	9.03
9	Sungai	51.03
10	Tambak	347.19
11	Transportasi	13.74
<b>TOTAL</b>		<b>2430.54</b>

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



**Gambar 4.39** . Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2009 Wilayah Terdampak Genangan

Pada tahun 2009 dapat diketahui bahwa penggunaan lahan paling besar adalah penggunaan lahan permukiman dengan rasio keseluruhan sebesar 35%. Sedangkan penggunaan lahan pertanian menjadi penggunaan lahan terbesar kedua dengan rasio persentase yang menurun. Untuk penggunaan lahan paling kecil adalah RTH dengan tidak mengalami perubahan luasan.

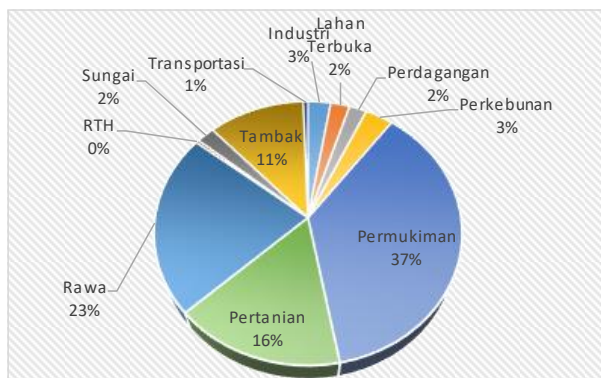
Kemudian diidentifikasi juga untuk penggunaan lahan tahun 2016. Berikut statistik penggunaan lahan 2009 pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut.

**Tabel 4.26** Luas Penggunaan Lahan 2016 Pada Wilayah Terdampak

NO	PENGUNAAN LAHAN	LUAS (Ha)
1	Industri	64.50
2	Lahan Terbuka	54.63
3	Perdagangan	49.31
4	Kebun Campur	79.44
5	Permukiman	895.55
6	Pertanian	393.29
7	Rawa	545.32
8	RTH	9.03
9	Sungai	51.03
10	Tambak	274.70
11	Transportasi	13.74
<b>TOTAL</b>		<b>2430.54</b>

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



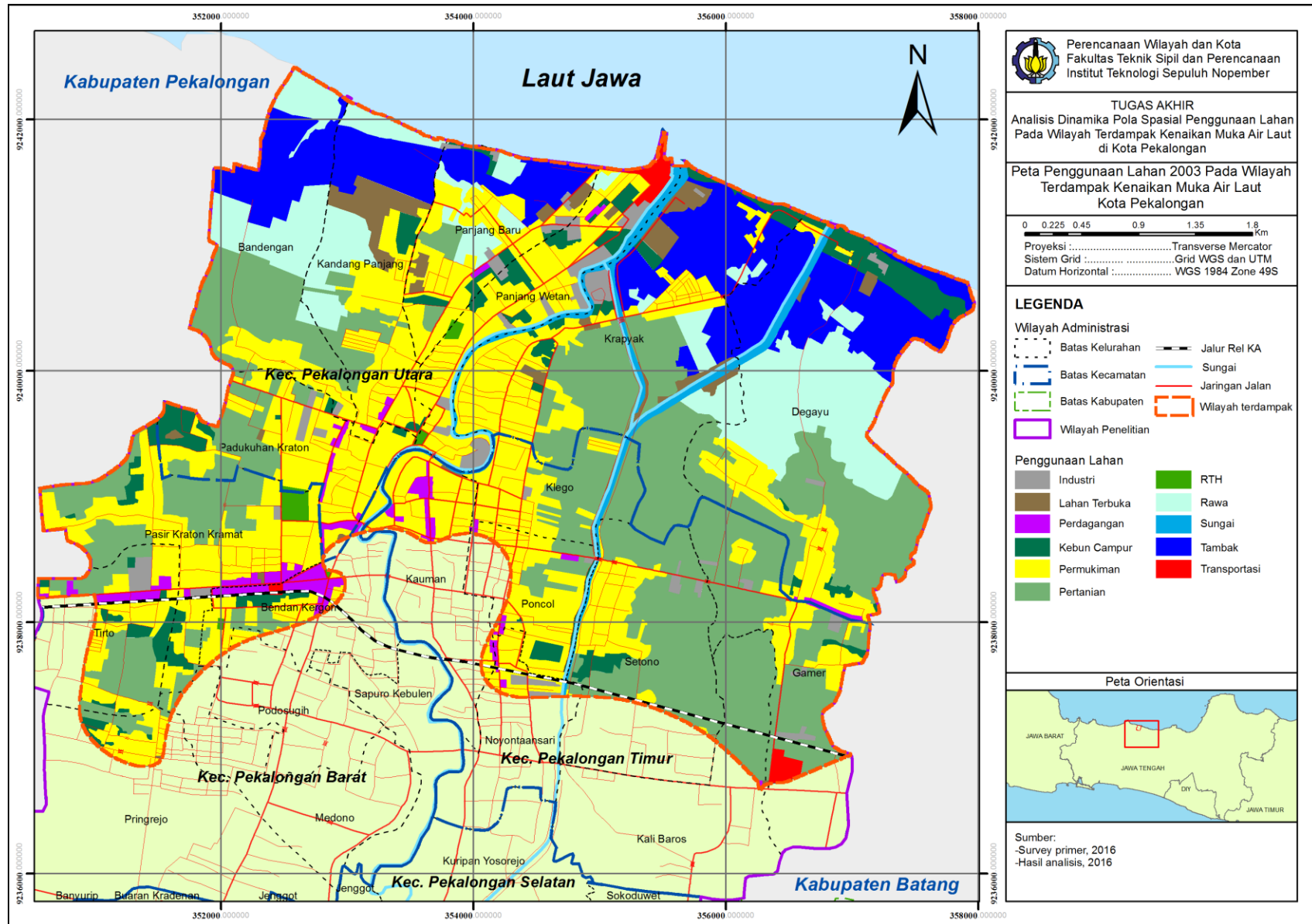


**Gambar 4.40** Rasio Persentase Luas Penggunaan Lahan 2016  
Wilayah Terdampak Genangan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan statistik tersebut, pada tahun 2016 penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan paling besar adalah permukiman. Penggunaan lahan permukiman mempunyai rasio luas sebesar 37% dari luas wilayah terdampak. Terbesar kedua adalah penggunaan lahan rawa yang mengalami peningkatan yang tinggi dari periode sebelumnya. Setelah itu terdapat penggunaan lahan pertanian, yang mengalami penurunan rasio yang besar yaitu menjadi 16% dari luas wilayah terdampak.

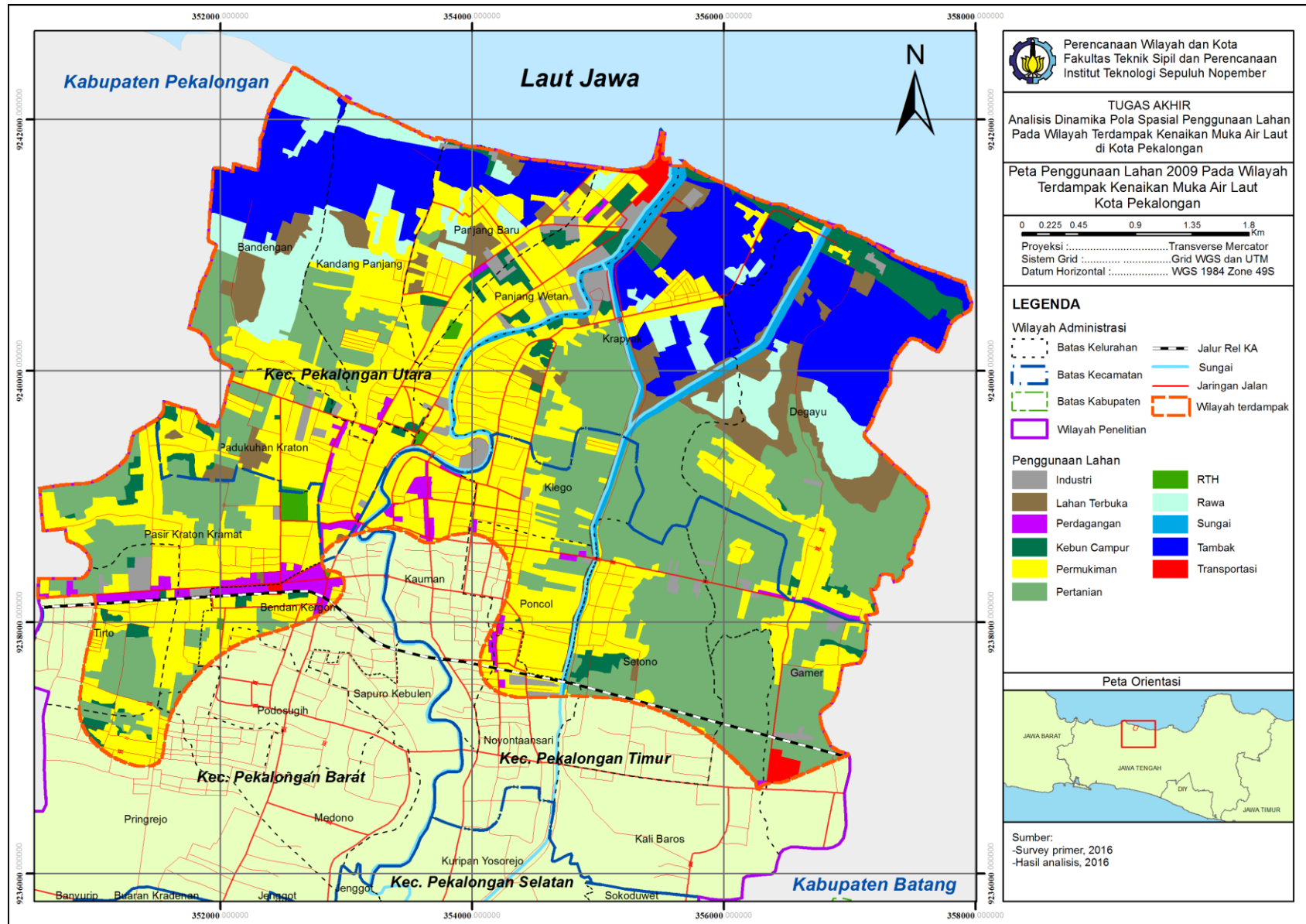
Dari penggunaan lahan secara *multi temporal*, dari tahun 2003, 2009, dan 2016 penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan cenderung selalu mengalami perubahan yang dinamis. Data penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut ini selanjutnya akan dianalisis untuk perubahan penggunaan lahannya pada setiap periode.



**Peta 4.32** Penggunaan Lahan 2003 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

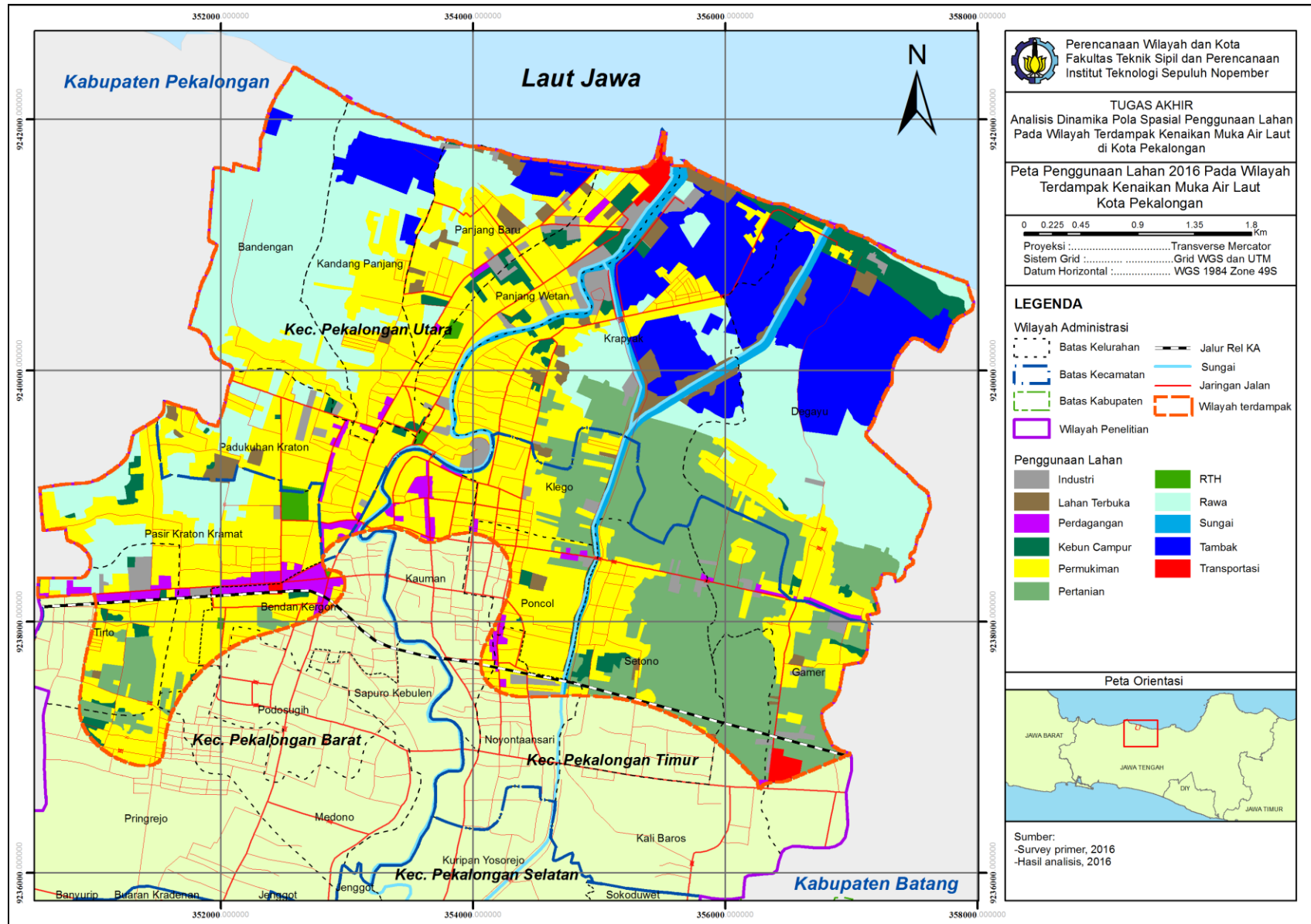
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.33** Penggunaan Lahan 2009 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**Peta 4.34** Penggunaan Lahan 2016 Wilayah Pada Terdampak Kenaikan Muka Air Laut  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

#### 4.4.2 Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Tergenang Kenaikan Muka Air Laut

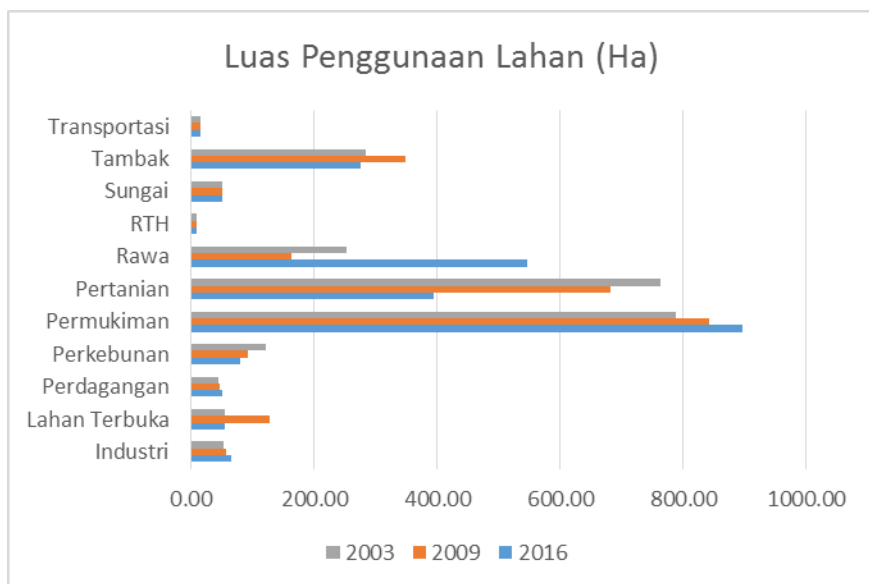
Perubahan penggunaan lahan menunjukkan dinamika penggunaan lahan pada wilayah yang terdampak kenaikan muka air laut. Dinamika yang terjadi antara lain adalah perubahan luas dan persebaran penggunaan lahan. Analisis perubahan penggunaan lahan pada wilayah tergenang kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan menggunakan *overlay* dengan GIS. Pada analisis ini menggunakan data penggunaan lahan tahun 2003, 2009, dan 2016 pada wilayah terdampak. Data penggunaan lahan tersebut saling di *overlay* untuk mendapatkan perubahan penggunaan lahan pada tiap periodenya. Berikut adalah statistik perubahan penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut.

**Tabel 4.27** Dinamika Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

NO	PENGGUNAAN LAHAN	LUAS PENGGUNAAN LAHAN (Ha)			PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Ha)		
		2003	2009	2016	2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	Industri	52.38	57.07	64.50	4.69	7.43	12.12
2	Lahan Terbuka	53.44	127.48	54.63	74.04	-72.85	1.19
3	Perdagangan	43.48	45.96	49.31	2.49	3.35	5.84
4	Kebun Campur	120.70	92.27	79.44	-28.43	-12.84	-41.27
5	Permukiman	787.15	842.60	895.55	55.45	52.95	108.40
6	Pertanian	763.54	681.30	393.29	-82.25	-288.01	-370.26
7	Rawa	252.64	162.87	545.32	-89.77	382.45	292.68
8	RTH	9.03	9.03	9.03	0.00	0.00	0.00
9	Sungai	51.03	51.03	51.03	0.00	0.00	0.00
10	Tambak	283.41	347.19	274.70	63.78	-72.49	-8.71
11	Transportasi	13.74	13.74	13.74	0.00	0.00	0.00

*Sumber: Hasil analisis, 2017*





**Gambar 4.41** Chart Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Hasil analisis perubahan penggunaan lahan diatas menunjukkan bahwa dalam periode tahun 2003 ke 2009 dan dari 2009 ke 2016, terjadi perubahan yang dinamis. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi antara lain karena faktor adanya genangan kenaikan muka air laut. Secara umum untuk kecenderungan perubahan penggunaan lahan di wilayah terdampak genangan akan berbeda dengan wilayah yang tidak terdampak genangan air laut.

Penggunaan lahan paling dominan di wilayah terdampak kenaikan muka air laut adalah permukiman. Lahan permukiman setiap periodenya mengalami peningkatan seiring dengan bertambah kebutuhan dari penduduk yang meningkat. Di setiap periodenya, penambahan luas permukiman di Kota Pekalongan relatif kecil, total penambahan yang terjadi dari tahun 2003 hingga 2016 adalah seluas 108.40 Ha. Selanjutnya terdapat lahan

pertanian yang setiap periodenya selalu mengalami pengurangan luas. Pada periode tahun 2003 sampai 2009, luas pengurangan lahan pertanian sebesar 82,25 Ha dan pada periode 2009-2016 pengurangan yang terjadi semakin besar yaitu 288,01 Ha. Secara komulatif, perubahan penggunaan lahan pertanian di Kota Pekalongan dari tahun 2003 hingga 2016 mencapai luas 370.26 Ha. Besarnya luasan yang berubah tersebut disebabkan adanya konversi lahan pertanian menjadi rawa dan lahan terbangun.

Kemudian terdapat lahan tambak dan rawa yang mengalami fluktuatif di setiap periodenya. Penggunaan lahan rawa secara keseluruhan dari tahun 2003 hingga 2016 bertambah seluas 292.68 Ha dan lahan tambak justru berkurang seluas 8.71 Ha. Banyaknya tambak yang tergenang menjadi rawa merupakan penyebab umum berkurangnya lahan tambak. Selanjutnya penggunaan lahan kebun campur mengalami pengurangan luas setiap periodenya dengan total perubahan tahun 2003 hingga 2016 berkurang sebesar 41.27 Ha.

Penggunaan lahan industri dan perdagangan setiap periodenya selalu mengalami penambahan. Luasan penambahan penggunaan lahan industri dan lahan perdagangan setiap periodenya tidak signifikan. Untuk penggunaan lahan idustri pada periode 2003-2009 bertambah seluas 4,69 Ha dan periode 2009-2016 bertambah 7,43 Ha. Total penambahan lahan industri pada tahun 2003 hingga 2016 bertambah seluas 12,12 Ha. Dan untuk lahan perdagangan pada periode 2003-2009 bertambah 2,49 Ha dan pada periode 2009-2016 bertambah 3,35 Ha dengan total komulatif periode 2003-2016 adalah penambahan seluas 5,84 Ha.

## **4.5 Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan**

Sasaran terakhir dalam penelitian ini adalah menganalisis pola spasial pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Dalam tahap ini nantinya akan menjawab tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi pola spasial penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Teknik analisis yang digunakan adalah dengan pendekatan GIS dan *spatial metric*. Output dari analisis ini adalah statistik dinamika pola spasial penggunaan lahan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan optimalisasi dalam pengembangan Kota Pekalongan yang lebih berkelanjutan.

### **4.5.1 Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan dengan Pendekatan Spatial Metric**

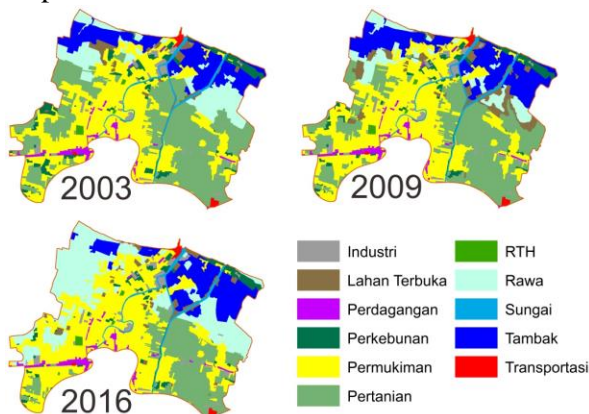
*Spatial metric* merupakan alat analisis yang tepat dalam mendeskripsikan nilai kuantitatif dan perbandingan peta multi temporal. Penggunaan *spatial metric* dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola spasial penggunaan lahan yang ada di wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Pola spasial yang diidentifikasi antara lain adalah kerapatan dan keragaman penggunaan lahannya. *Spatial metric* digunakan dalam mengkuantitatifkan peta penggunaan lahan dari beberapa periode tahun yang kemudian dapat dibandingkan untuk mengetahui dinamika pola spasialnya.

Analisis yang dilakukan antara lain adalah dalam lingkup *Class* (jenis penggunaan lahan) dan *Landscape* (seluruh wilayah terdampak). Pada lingkup *Class* untuk mengetahui karakteristik dinamika pola spasial untuk setiap jenis penggunaan lahan yang ada. Dan pada lingkup *Landscape* untuk mengetahui pola spasial dari seluruh penggunaan lahan pada wilayah yang terdampak dari genangan kenaikan muka air laut yang telah didelineasi.

Dalam pemilihan jenis metric yang digunakan, penelitian ini berfokus pada *metric* kategori *Aggregation* untuk mengetahui pola kerapatan penggunaan lahan dan kategori *Diversity* untuk

mengetahui tingkat keragaman penggunaan lahan. Dari kategori Aggregation terdapat beberapa *metric* yang mengindikasikan pola kerapatan dalam parameter komposisi, kepadatan, dan persentasenya. Untuk *metric* kategori *Diversity* terdapat *metric* yang menunjukkan tingkat keragaman dalam parameter indeks keragaman penggunaan lahannya. *Metric* tersebut sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dalam penerapannya, analisis *spatial metric* dalam penelitian ini disimulasikan dengan bantuan *software* Fragstats 4.2. Fragstats adalah program analisis pola spasial untuk mengkuantitatifkan struktur seperti komposisi dan konfigurasi sebuah landscape atau wilayah (Kevin. McGarigal, 2015). Penggunaan Fragstats 4.2 dikombinasikan dengan ArcMap 10.4 sebagai penyiapan data yang akan digunakan dalam simulasi.

Analisis *spatial metric* menggunakan data dari sasaran sebelumnya, yaitu peta penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Data tersebut sebelumnya dikonversi dahulu ke dalam format raster karena *spatial metric* merupakan analisis yang berbasiskan informasi berupa *cell* dan *grid*. Ukuran *cell* yang digunakan dalam tahap ini adalah 5x5 meter.



**Gambar 4.42** Data Raster Penggunaan Lahan yang Digunakan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Proses perhitungan menggunakan algoritma yang telah ditetapkan dalam setiap *metric*nya sesuai dengan (McGarigal, dkk, 2012). Perhitungan setiap *metric* sudah terdapat algoritmanya dalam program Fragstats 4.2 yang digunakan. Output dari simulasi analisis *spatial metric* ini adalah statistik hasil perhitungan setiap *metric*nya. Angka statistik yang dihasilkan kemudian diolah lebih lanjut untuk ditampilkan dalam *chart* maupun diagram perbandingan nilai *spatial metric* untuk setiap periode tahunnya.

Nilai *metric* setiap periode tahunnya menunjukkan karakteristik pola spasial penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Karakteristik *metric* yang diukur dalam penelitian ini antara lain yaitu dari penghitungan kepadatan (*aggregation*) penggunaan lahan didapat dari hasil *metric* *Number of Patch*, *Patch Density*, *Percentage of Like Adjacencies*, *Interpersion and Juxtaposition Index*, dan untuk penghitungan keragaman (*diversity*) penggunaan lahan antara lain dari *metric* *Shannon's Diversity Index* (SHDI) dan *Shannon's Evenness Index* (SHEI). Delineasi wilayah yang disimulasikan untuk penggunaan lahan multi temporal setiap periodenya adalah wilayah terdampak kenaikan muka air laut berdasarkan model wilayah genangan kenaikan muka air laut Kota Pekalongan.

#### **4.5.2 Analisis Dinamika Pola Spasial Kerapatan Penggunaan Lahan**

Pola spasial yang akan dianalisis untuk dinamikanya adalah pola spasial kerapatan penggunaan lahan. Analisis dilakukan dengan pendekatan *spatial metric* dengan *metric* yang digunakan kategori *Aggregation*. *Metric* tersebut digunakan dan dihitung dari level *Class* (jenis penggunaan lahan) dan *Landscape* (wilayah tergenang). Berikut untuk *metric* yang digunakan dalam menganalisis pola spasial kerapatan penggunaan lahan pada analisis ini.

**Tabel 4.28** *Metric Aggregation yang Digunakan*

NO	METRIC	INITIAL	SATUAN
1	Number of Patch	NP	Patch
2	Patch Density	PD	Patch/100 Ha
3	Percentage of Like Adjacencies	PLADJ	Persen (%)
4	Interspersion and Juxtaposition Index	IJI	Persen (%)

*Sumber: McGarigal (2003)*

Penghitungan *metric Aggregation* ini menggunakan data penggunaan lahan tahun 2003, 2009, dan 2016 pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut dalam bentuk *raster*. Hasil simulasi menunjukkan perhitungan *metric* untuk tiap tahunnya dan akan diketahui dinamika pola spasial kerapatan penggunaan lahannya. Data penggunaan lahan tersebut disimulasikan dengan bantuan software Fragstats 4.2.

Secara rinci nilai NP dan PD merupakan komposisi patch dalam Landscape untuk indikator tingkat fragmentasi (Rutledge, 2003). Semakin tinggi nilai NP dan PD maka semakin tinggi nilai fragmentasinya yang membuat tingkat kerapatannya menurun, nilai PD berkaitan dengan NP dan lebih memperhatikan luasan patch penggunaan lahannya. Interpretasi nilai tersebut sebagaimana seperti penelitian terkait nilai NP yang telah ada yaitu Minh Hai & Yamaguchi (2007), Linh, Erasmi, & Kappas (2012), dan Ramachandra, Bharath, & Sowmyashree, (2014) dan penelitian terkait nilai PD antara lain Pang dkk, (2013), Thapa & Murayama (2009) dan Weng (2007).

Selanjutnya nilai *metric* PLADJ dan IJI merupakan indikasi dari konfigurasi *patch* (Rutledge, 2003). Nilai PLADJ menunjukkan tingkat kerapatan penggunaan lahan, semakin besar nilai PLADJ maka semakin besar tingkat kerapatan penggunaan lahannya, sebagaimana seperti penelitian terkait penggunaan *metric* PLADJ yaitu Ramachandra, Bharath, & Sowmyashree, (2014), dan Minh Hai & Yamaguchi (2007). Kemudian nilai IJI menunjukkan persentase tingkat fragmentasi penggunaan lahan yang terjadi, semakin besar nilai IJI maka semakin besar tingkat

fragmentasi yang terjadi dan berpengaruh pada pola kepadatan penggunaan lahan, sebagaimana seperti penelitian terkait IJI antara lain Torrens, (2008) dan Ramachandra, Bharath, & Sowmyashree, (2014).

**Tabel 4.29** Statistik NP dan PD Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut

NO	PENGUNAAN LAHAN	NP			PD		
		2003	2009	2016	2003	2009	2016
1	Industri	34	41	48	1.399	1.6871	1.9751
2	Lahan Terbuka	26	29	38	1.0698	1.1933	1.5636
3	Perdagangan	23	25	29	0.9464	1.0287	1.1933
4	Kebun Campur	48	48	45	1.9751	1.9751	1.8516
5	Permukiman	43	42	40	1.7694	1.7282	1.6459
6	Pertanian	24	26	20	0.9875	1.0698	0.823
7	Rawa	14	16	24	0.5761	0.6584	0.9875
8	RTH	7	7	7	0.288	0.288	0.288
9	Sungai	2	2	2	0.0823	0.0823	0.0823
10	Tambak	6	8	10	0.2469	0.3292	0.4115
11	Transportasi	3	3	3	0.1234	0.1234	0.1234

*Sumber: Hasil analisis, 2017*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Tabel 4.30** Statistik PLADJ dan IJI Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut

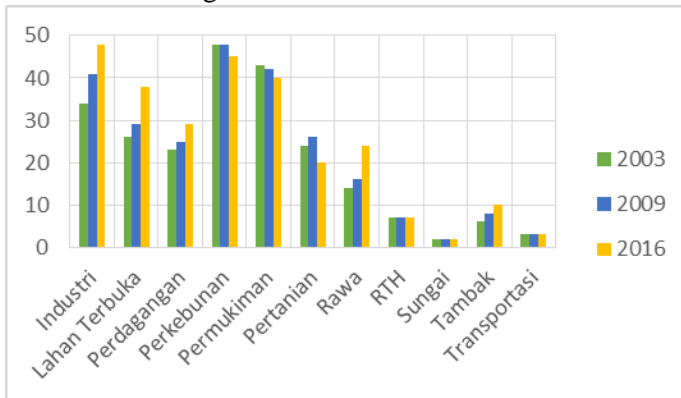
NO	PENGUNAAN LAHAN	PLADJ			IJI		
		2003	2009	2016	2003	2009	2016
1	Industri	94.4397	94.1893	94.1681	72.292	69.619	74.8839
2	Lahan Terbuka	94.6619	95.8212	93.7139	78.8583	77.2138	70.8855
3	Perdagangan	94.3491	94.1417	94.2254	39.587	39.7195	38.0636
4	Kebun Campur	94.9269	93.8661	93.9394	63.5516	66.805	68.6059
5	Permukiman	97.751	97.7766	97.8636	79.5595	81.47	87.0224
6	Pertanian	98.512	98.3068	98.3172	54.9331	51.0985	55.1132
7	Rawa	98.2371	97.3055	98.3398	61.8298	55.1748	59.0304
8	RTH	96.0227	96.0227	96.0227	21.6069	21.6096	21.6096
9	Sungai	92.9286	92.9286	92.9286	79.4647	76.3366	81.0605
10	Tambak	98.3006	98.4815	98.515	68.9879	66.3727	66.1812
11	Transportasi	95.9833	95.9833	95.9833	75.9715	69.0052	70.9813

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### a. *Number of Patch (NP)*

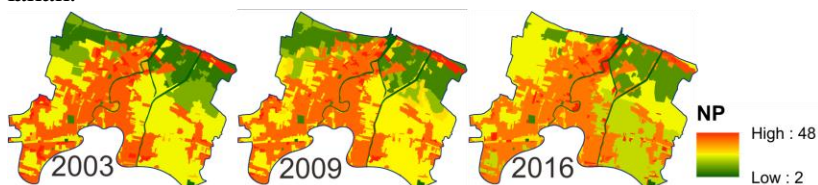
*Number of Patch (NP)* merupakan *metric* pengukuran pola kerapatan spasial yang dihitung dari jumlah *patch*nya. Penghitungan NP menggunakan jumlah *patch* untuk jenis *patch* yang sama, baik itu dalam lingkup jenis penggunaan lahan ataupun suatu wilayah secara keseluruhan. Semakin besar nilai NP, menandakan semakin besar fragmentasi pada jenis penggunaan yang terjadi. Begitupun sebaliknya semakin kecil NP, maka fragmentasi yang terjadi juga semakin kecil atau dengan kata lain kerapatan jenis penggunaan lahan semakin besar. NP memiliki satuan jumlah *patch*. Berikut adalah nilai NP penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.43** *Chart Perbandingan (NP) Tiap Penggunaan Lahan*  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan nilai NP tersebut dapat diketahui bahwa dari periode tahun 2003, 2009, dan 2016, nilai NP penggunaan lahan industri, lahan terbuka, perdagangan, rawa, dan tambak selalu mengalami peningkatan. Dengan adanya peningkatan tersebut maka tingkat kerapatan penggunaan lahan industri, lahan terbuka, perdagangan, rawa, dan tambak semakin kecil atau semakin tidak kompak. Untuk penggunaan lahan kebun campur dan permukiman setiap periode mengalami penurunan nilai NP, sehingga tingkat kerapatan penggunaan lahan kebun campur dan

permukiman termasuk semakin besar. Pertanian mengalami peningkatan dan penurunan nilai NP, penurunan secara signifikan terjadi dalam periode 2009-2016. Kemudian penggunaan lahan RTH, sungai, dan transportasi tidak mengalami perubahan nilai NP karena memang tidak mengalami perubahan penggunaan lahan.

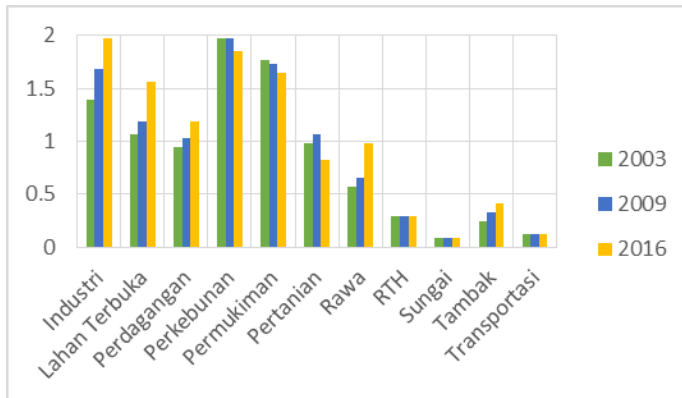


**Gambar 4.44** Ilustrasi Nilai NP pada Penggunaan Lahan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

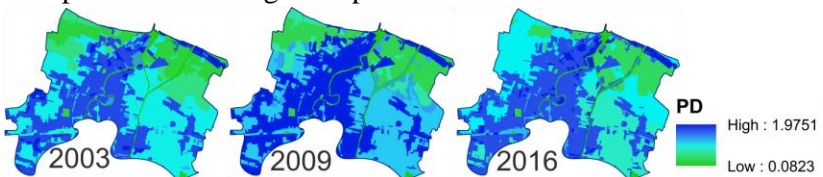
#### **b. Patch Density (PD)**

*Patch Density* (PD) merupakan *metric* yang mengukur terkait kepadatan dan tingkat fragmentasi penggunaan lahan atau lingkup wilayah dari kepadatan *patch*nya. PD mempunyai satuan *patch*/100 Ha, merupakan kepadatan *patch* yang diukur dari luasan 100 Ha. PD hampir mirip dengan NP, akan tetapi lebih mempertimbangkan luasan dari penggunaan lahannya. Semakin besar nilai PD, maka kerapatan penggunaan lahan semakin kecil. Semakin kecil nilai PD, kerapatan penggunaan lahan semakin besar. Berikut adalah nilai PD penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.45** Chart Perbandingan PD Penggunaan Lahan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil penghitungan PD tersebut, statistiknya cenderung sama dengan penghitungan NP. Penggunaan lahan yang mengalami penurunan kepadatan penggunaan lahan dalam periode 2003 hingga 2016 adalah industri, lahan terbuka, perdagangan, rawa, dan tambak. Penggunaan lahan yang meningkat kerapatannya adalah kebun campur dan permukiman. Pertanian mengalami fluktuasi kemudian RTH, sungai, dan transportasi tidak mengalami perubahan nilai PD.

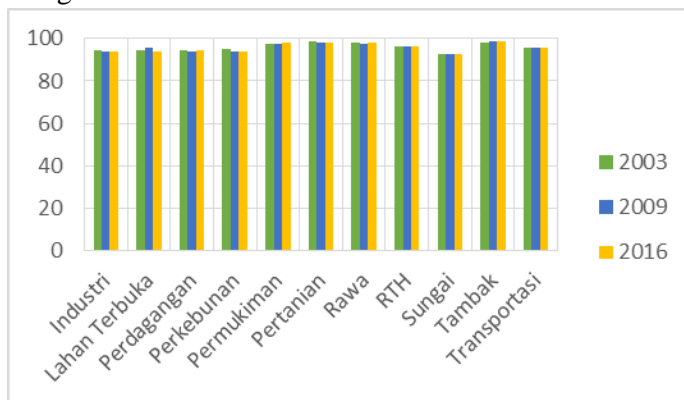


**Gambar 4.46** Ilustrasi Nilai PD pada Penggunaan Lahan  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

### c. Percentage of Like Adjacencies (PLADJ)

*Percentage of Like Adjacencies* (PLADJ) merupakan *metric* pengukuran untuk tingkat agregasi (pengumpulan) jenis *patch* pada setiap jenis penggunaan lahan. PLADJ menunjukkan persentase kekompakan penggunaan lahan. Semakin besar nilai

PLADJ, maka semakin besar kerapatan penggunaan lahannya, begitupun sebaliknya. PLADJ memiliki rentang persentasi antara 0% hingga 100%. Berikut adalah nilai PLADJ penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.47** Chart Perbandingan PLADJ Penggunaan Lahan  
Sumber: Hasil analisis, 2017

Untuk nilai PLADJ pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut dalam periode 2003 hingga 2016 mengalami dinamika yang fluktuatif. Akan tetapi dinamika yang ada cenderung tidak signifikan dan berkutat pada nilai 92 hingga 98 persen.

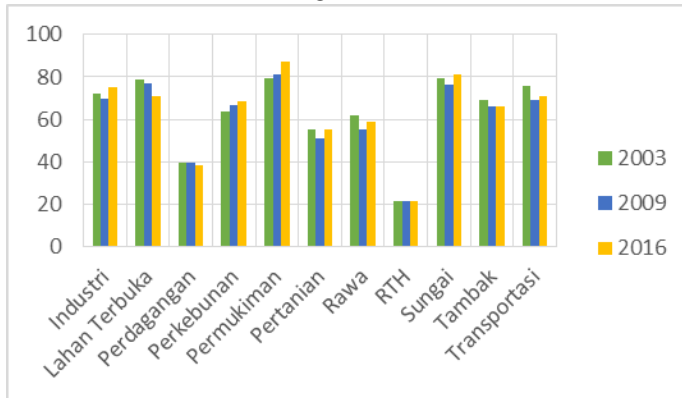


**Gambar 4.48** Ilustrasi Nilai PLADJ pada Penggunaan Lahan  
Sumber: Hasil analisis, 2017

#### d. Interpersersion and Juxtaposition Index (IJI)

*Interpersersion and Juxtaposition Index (IJI)* merupakan perhitungan nilai indeks fragmentasi penggunaan lahan di suatu

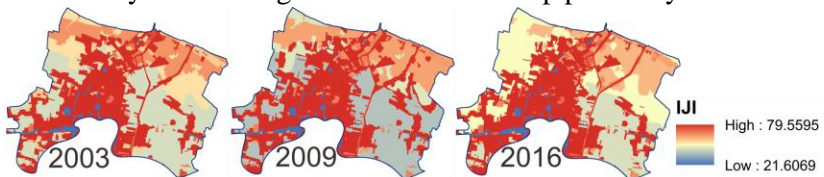
wilayah. Semakin besar nilai IJI, maka nilai fragmentasi juga semakin tinggi. Nilai IJI memiliki satuan persen. Berikut adalah nilai IJI penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.49** Chart Perbandingan IJI Penggunaan Lahan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan hasil perhitungan, penggunaan lahan yang memiliki peningkatan nilai IJI untuk setiap periodenya adalah penggunaan lahan kebun campur dan permukiman. RTH memiliki nilai IJI yang statis. Dan nilai IJI untuk penggunaan lahan lainnya cenderung fluktuatif untuk setiap periodenya.



**Gambar 4.50** Ilustrasi Nilai IJI pada Penggunaan Lahan

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari pembahasan tersebut dapat diketahui indikasi pola spasial untuk kerapatan dan fragmentasi pada tiap penggunaan yang ada di wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Selanjutnya adalah terkait pola spasial kerapatan dan fragmentasi di level *Landscape*, dalam hal ini adalah wilayah terdampak



genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan secara keseluruhan. Untuk *metric* yang digunakan dalam pengukurannya adalah tetap menggunakan kategori *Aggregation*. Berikut untuk pola spasial kerapatan dan fragmentasi pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut.

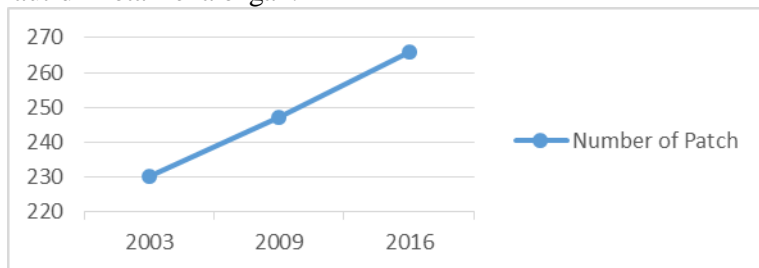
**Tabel 4.31** Statistik Pola Spasial Kerapatan Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

NO	METRIC	2003	2009	2016
1.	NP	230	247	266
2.	PD	9.464	10.1635	10.9453
3.	PLADJ	97.6466	97.4717	97.6028
4.	IJI	72.3249	72.6265	74.4217

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

**a. Number of Patch (NP)**

*Number of Patch* (NP) pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan memiliki nilai yang selalu bertambah. Untuk periode tahun 2003 hingga 2016, nilai NP meningkat sejumlah 36 *patch* baru. Peningkatan nilai NP tersebut mengindikasikan adanya peningkatan fragmentasi penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.

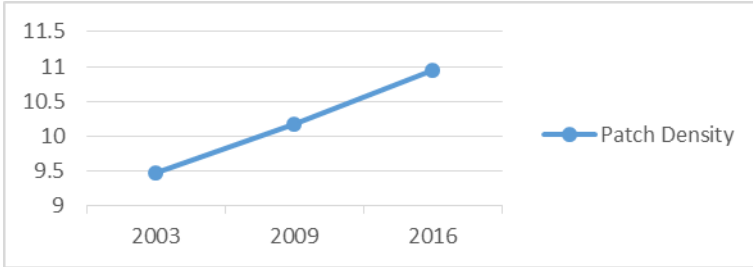


**Gambar 4.51** *Number of Patch* (NP) Wilayah Tergenang

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

### b. *Patch Density (PD)*

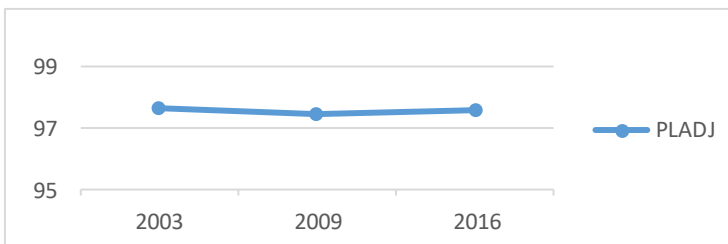
*Patch Density (PD)* memiliki statistik nilai yang hampir sama dengan NP. Pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut, nilai PD bertambah setiap periodenya. Penambahan nilai PD juga mengindikasikan adanya peningkatan fragmentasi.



**Gambar 4.52** *Patch Density (PD)* Wilayah Tergenang  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

### c. *Percentage of Like Adjacencies (PLADJ)*

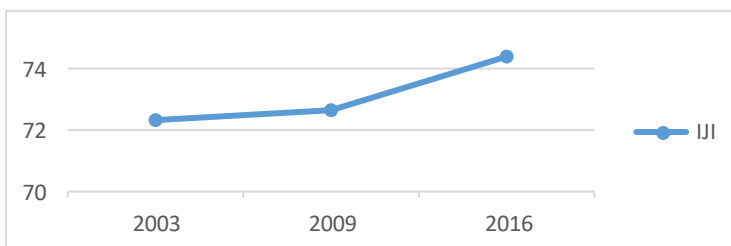
Nilai PLADJ pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan dalam periode tahun 2003, 2009, dan 2016 mengalami dinamika yang fluktuatif. Perubahan nilai PLADJ cenderung bernilai kecil. Pada periode tahun 2003 hingga 2009, nilai PLADJ berkurang sebesar 0,17%. Kemudian untuk periode tahun 2009 hingga 2016 bertambah sebesar 0,13%. Secara umum PLADJ pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut berkisar di angka 97% dengan perubahan nilai minor.



**Gambar 4.53** *Percentage Like of Adjacency (PLADJ)* Wilayah Tergenang  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

**d. *Interpersersion and Juxtaposition Index (IJI)***

Nilai IJI pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan pada periode tahun 2003, 2009, dan 2016 selalu mengalami peningkatan. Pada periode tahun 2003 sampai 2009 meningkat sebesar 0,3%. Dan pada periode tahun 2009 sampai 2016 meningkat sebesar 1,8%. Peningkatan nilai IJI merupakan ukuran indeks fragmentasi penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.54** *Interpersersion and Juxtaposition Index (IJI)*  
Wilayah Tergenang

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari analisis pola spasial penggunaan lahan dengan pendekatan *spatial metric* diatas menunjukkan pola spasial pada kategori kerapatan dan fragmentasi penggunaan lahan pada tingkat wilayah (*Landscape*). Setiap *metric* yang digunakan menunjukkan perhitungan dari berbagai segi spasial yang mana hasilnya mengindikasikan pola kerapatan dan fragmentasi penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.

**Tabel 4.32** Tingkat Kerapatan Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut

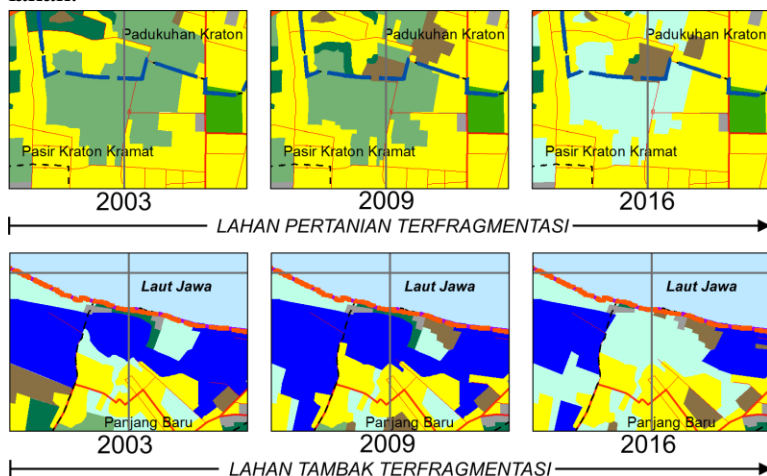
NO	METRIC	TINGKAT KERAPATAN (+/-)		
		2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	NP	-	-	-
2	PD	-	-	-
3	PLADJ	-	+	-
4	IJI	-	-	-

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan hasil simulasi analisis *spatial metric* untuk setiap *metric* yang digunakan mayoritas menunjukkan bahwa pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan untuk setiap periode tahunnya selalu mengalami penurunan nilai kerapatan penggunaan lahannya. *Metric* PLADJ menunjukkan pada periode tahun 2009 hingga 2016, persentase nilai kedekatan penggunaan lahan semakin bertambah akan tetapi nilainya sangat kecil yaitu 0,2%. Sedangkan hasil penghitungan *metric* lainnya menunjukkan semakin berkurangnya nilai kerapatan penggunaan lahan untuk setiap periodenya yang juga diindikasikan dari bertambahnya kecenderungan fragmentasi penggunaan lahan yang terjadi.

Berdasarkan komposisi *patch*, nilai NP pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut selalu naik setiap periodenya, menandakan meningkatnya fragmentasi penggunaan lahan yang terjadi, sebagaimana interpretasi penelitian yang telah ada terkait nilai NP. Kemudian nilai PD berkaitan dengan NP, dan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut nilai PD selalu menurun dan mengindikasikan semakin tingginya

fragmentasi penggunaan lahan yang terjadi dengan adanya nilai kepadatan patch yang bertambah. Selanjutnya berdasarkan konfigurasi patch, pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut, nilai PLADJ mengalami fluktuatif yang relatif kecil, tetapi secara keseluruhan mengalami penurunan nilai pada periode tahun 2003-2016 dan hal tersebut menunjukkan secara kuantitatif konfigurasi nilai kerapatan penggunaan lahan mengalami penurunan. Kemudian nilai IJI pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut menunjukkan nilai yang selalu menurun dan hal tersebut mengindikasikan bertambahnya nilai fragmentasi yang terjadi pada wilayah tergenang kenaikan muka air laut yang merupakan menurunnya nilai kerapatan penggunaan lahan.



**Gambar 4.55.** Ilustrasi Fragmentasi Penggunaan Lahan yang Terjadi

*Sumber: Penulis, 2017*

Berdasarkan hasil analisis *spatial metric* di tingkat *landscape*, dapat diketahui bahwa karakteristik pola spasial kerapatan penggunaan lahan di wilayah terdampak kenaikan muka air laut di setiap periodenya semakin mengalami penurunan kerapatan dengan bertambahnya fragmentasi yang terjadi.

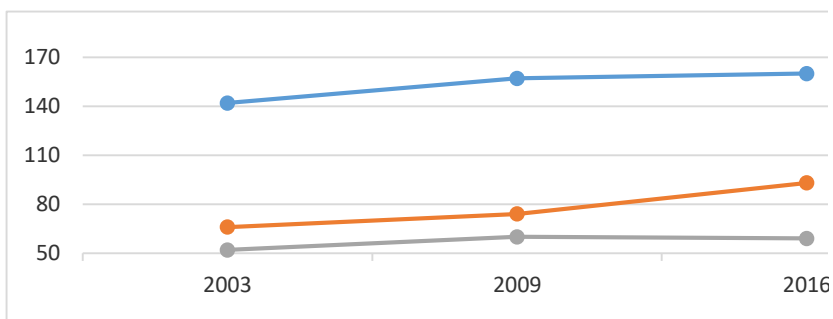
Selanjutnya dapat diketahui juga untuk statistik nilai fragmentasi di berdasarkan wilayah administrasi pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Berdasarkan model wilayah terdampak, terdapat 3 wilayah kecamatan yang terdampak oleh genangan kenaikan muka air laut, yaitu kecamatan Pekalongan Utara, sebagian kecamatan Pekalongan Barat, dan sebagian kecamatan Pekalongan Timur. Berikut statistik pola spasial kerapatan penggunaan lahan tiap kecamatan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.

**Tabel 4.33.** Statistik Komposisi Patch Tiap Kecamatan  
Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

WILAYAH TERDAMPAK	NP			PD		
	2003	2009	2016	2003	2009	2016
<b>Pekalongan Utara</b>	142	157	160	9.2274	10.2021	10.3971
<b>Pekalongan Timur</b>	66	74	93	12.0698	13.5329	17.0075
<b>Pekalongan Barat</b>	52	60	59	15.1719	17.506	17.2142

Sumber: Hasil analisis, 2017

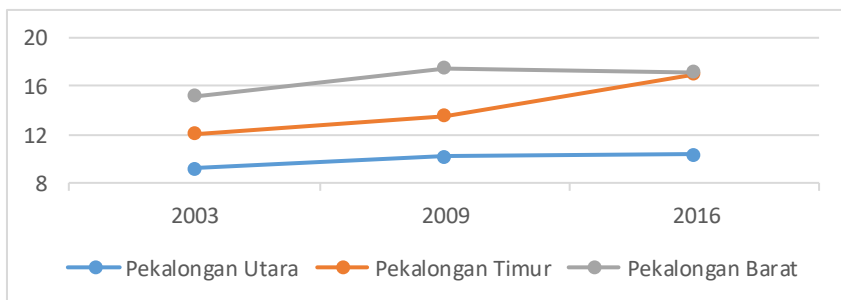
Berdasarkan statistik nilai komposisi patch yang terdiri dari NP dan PD di setiap administrasi kecamatan tersebut, setiap kecamatan di wilayah terdampak kenaikan muka air laut memiliki karakteristik kecenderungan pola kerapatan masing-masing. Setiap wilayah kecamatan yang terdampak kenaikan muka air laut memiliki tingkat fragmentasi penggunaan lahan yang berbeda dari komposisi patch berdasarkan penghitungan nilai metric NP dan PD setiap periode tahunnya.



**Gambar 4.56.** Chart Nilai NP Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Nilai NP di Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur cenderung bertambah setiap periode tahunnya, sedangkan di Pekalongan Barat mengalami fluktuasi nilai. Nilai NP terbesar setiap periodenya paling besar di Pekalongan Utara dengan NP pada tahun 2016 mencapai 160 *patch*. Kemudian peningkatan nilai NP paling signifikan terdapat di Pekalongan Timur pada periode tahun 2009 ke 2016 bertambah sebanyak 19 *patch*.



**Gambar 4.57.** Chart Nilai PD Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Kemudian nilai PD pada setiap kecamatan terdampak kenaikan muka air laut menunjukkan nilai PD paling tinggi setiap tahunnya terdapat di Pekalongan Barat. Nilai PD pada Pekalongan Utara dan Pekalongan Barat setiap periodenya cenderung mengalami nilai yang fluktuatif. Untuk Pekalongan Timur setiap periodenya nilai PD selalu meningkat. Peningkatan nilai PD paling tinggi terjadi di Pekalongan Timur pada periode tahun 2009-2016 dengan nilai PD 15,3 *patch*/100 Ha menjadi 17 *patch*/100Ha. Berdasarkan nilai komposisi *patch* dari NP dan PD, dapat diketahui bahwa untuk tingkat peningkatan nilai fragmentasi tertinggi terdapat di wilayah terdampak pada Pekalongan Timur periode tahun 2009 ke 2016. Kemudian berikut untuk statistik penghitungan konfigurasi *patch* pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut berdasarkan administrasi kecamatan.

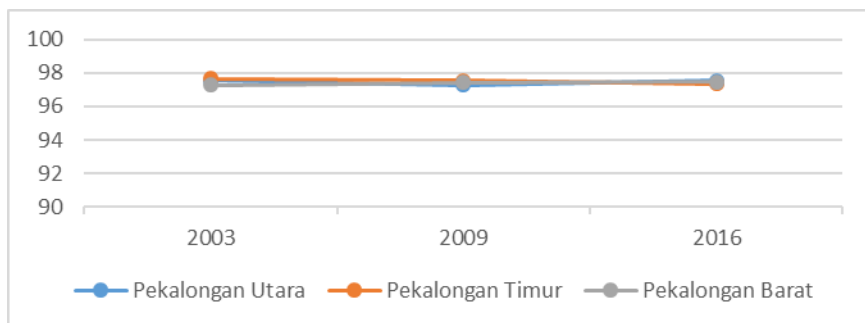
**Tabel 4.34.** Statistik Konfigurasi Patch Tiap Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

WILAYAH TERDAMPAK	PLADJ			IJI		
	2003	2009	2016	2003	2009	2016
<b>Pekalongan Utara</b>	97.5577	97.299	97.5606	74.5429	74.0512	72.8141
<b>Pekalongan Timur</b>	97.6651	97.5492	97.3552	64.4859	61.6899	66.7741
<b>Pekalongan Barat</b>	97.3023	97.4255	97.4879	54.8357	55.4447	61.1838

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan nilai konfigurasi *patch* pada setiap wilayah kecamatan dengan metric PLADJ dan IJI, setiap wilayah kecamatan terdampak genangan kenaikan muka air laut memiliki karakteristik masing-masing.

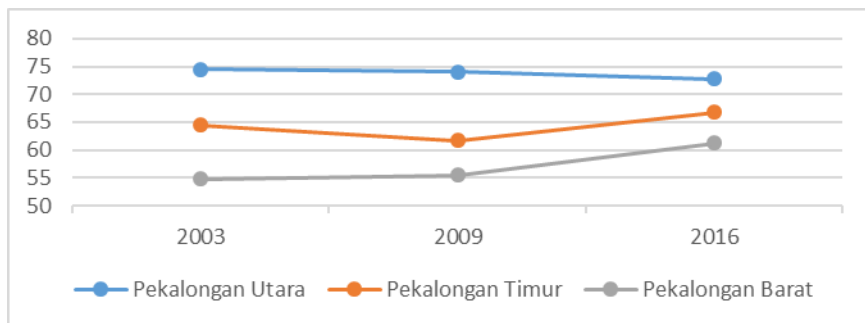




**Gambar 4.58.** Chart Nilai PLADJ Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Hasil penghitungan *metric* PLADJ di tiap wilayah kecamatan terdampak genangan kenaikan muka air laut Kota Pekalongan, kecenderungan nilai PLADJ memiliki nilai yang sama. Nilai PLADJ di setiap periode waktu pada wilayah kecamatan terdampak selalu berada di nilai 97%. Hal tersebut mengindikasikan setiap wilayah kecamatan dari konfigurasi untuk kerapatan patch cenderung mengalami perubahan yang tidak signifikan.



**Gambar 4.59.** Chart Nilai IJI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Hasil penghitungan nilai IJI yang merupakan indeks fragmentasi menunjukkan bahwa Pekalongan Utara memiliki indeks

fragmentasi paling besar setiap periode tahunnya. Untuk Pekalongan Barat setiap periode mengalami peningkatan nilai IJI. Peningkatan nilai IJI paling besar terjadi pada periode tahun 2009-2016 di Pekalongan Timur dengan peningkatan nilai sebesar 5%. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa penambahan fragmentasi terbesar terjadi di wilayah terdampak pada Pekalongan Timur pada periode tahun 2009 sampai 2016.

#### 4.5.3 Analisis Dinamika Pola Spasial Perkembangan Keragaman Penggunaan Lahan

Pola spasial selanjutnya yang dianalisis adalah terkait dengan tingkat keragaman (*diversity*) penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Analisis ini menggunakan *spatial metric* untuk kategori *Diversity*. Untuk kategori *metric diversity* ini, digunakan dalam level *Landscape* yaitu wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Penggunaan lahan yang dihitung adalah secara keseluruhan yang ada di wilayah tersebut dalam periode tahun 2003, 2009, dan 2016. Kemudian untuk *metric* yang digunakan adalah *metric Shannon's Diversity Index* (SHDI) dan *Shannon's Evenness Index* (SHEI). Berikut untuk hasil perhitungan *spatial metric* dalam kategori *diversity* menggunakan Fragstats 4.2.

**Tabel 4.35** Statistik Pola Spasial Keragaman Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

NO	METRIC	2003	2009	2016
1.	SHDI	1.7338	1.7561	1.7481
2.	SHEI	0.723	0.7324	0.729

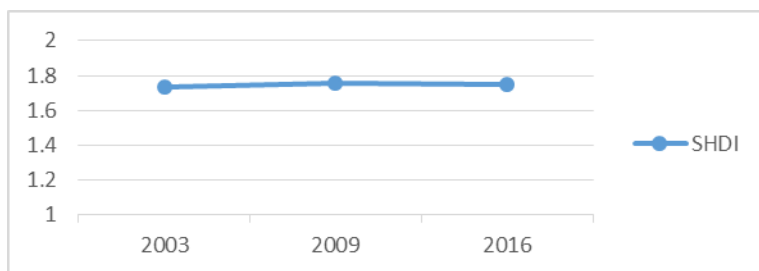
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan perhitungan *spatial metric* hasil simulasi tersebut dapat dijabarkan untuk setiap *metric*nya. Nilai *metric* SHDI dan SHEI mengalami perubahan untuk setiap periode tahunnya. Perubahan nilai tersebut menunjukkan dinamika perkembangan wilayah yang diukur dari berkembangnya keragaman penggunaan lahannya. Semakin tinggi nilai SHDI, maka mengindikasikan semakin meningkatnya keragaman

penggunaan lahan yang merupakan karakteristik kota yang mengalami perkembangan. Interpretasi tersebut sebagaimana penelitian terkait dengan penggunaan *metric* SHDI di suatu wilayah antara lain adalah Murayama & Thapa, (2011), Torrens, (2008), dan Cao dkk., (2017). Kemudian semakin tingginya nilai SHEI, menunjukkan semakin meratanya proporsi distribusi patch jenis penggunaan lahan. Sebagaimana penelitian terkait penggunaan *metric* SHEI antara lain adalah Cao dkk., (2017) dan Weng, (2007).

#### a. *Shannon's Diversity Index (SHDI)*

*Shannon's Diversity Index (SHDI)* merupakan *metric* perhitungan index keragaman penggunaan lahan suatu wilayah (*Landscape*). SHDI menunjukkan pola perkembangan penggunaan lahan di suatu wilayah baik itu penambahan maupun pengurangan jenis penggunaan lahan yang ada. Nilai SHDI semakin mendekati 0 menandakan keragaman yang ada semakin kecil, kemudian nilai SHDI yang semakin tinggi menandakan nilai keragaman juga semakin besar.



**Gambar 4.60** *Shannon's Diversity Index (SHDI) Wilayah Tergenang*

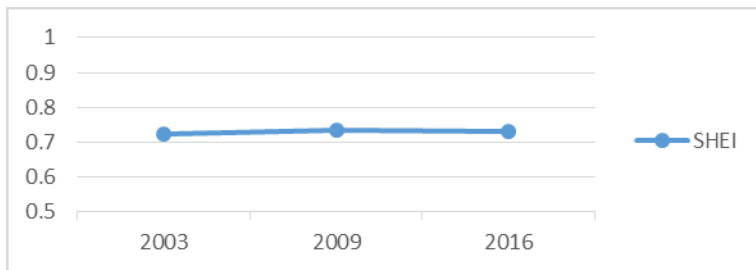
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai SHDI untuk periode tahun 2003, 2009, dan 2016 mengalami dinamika yang fluktuatif. Pada tahun 2003 ke 2009, nilai SHDI bertambah sebesar 0,0223 yang berarti penggunaan lahan mengalami perkembangan dengan bertambahnya index keragaman. Kemudian untuk periode selanjutnya yaitu 2009 ke 2016, nilai

SHDI mengalami penurunan sebesar 0,008 yang mengindikasikan adanya penurunan tingkat perkembangan penggunaan lahan pada wilayah terdampak genangan air laut di Kota Pekalongan dengan berkurangnya indeks keragaman penggunaan lahan.

**b. Shannon's Evenness Index (SHEI)**

*Shannon's evenness index (SHEI)* merupakan *metric* pengukuran tingkat pemerataan dari keragaman *patch* dengan proporsi perbedaan jenis penggunaan lahan. Nilai SHEI semakin kecil berarti distribusi luas semakin tidak merata dari antar jenis *patch* penggunaan lahan. Begitupun sebaliknya nilai SHEI semakin besar maka nilai distribusi luas antar *patch* penggunaan lahan semakin merata. Nilai SHEI adalah dalam rentang 0 hingga 1. Berikut adalah nilai SHEI penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan.



**Gambar 4.61** *Shannon's Evenness Index (SHEI)* Wilayah Tergenang

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil analisis *spatial metric*, didapatkan bahwa nilai SHEI pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai SHEI hampir sama dengan nilai SHDI, karena memang SHEI merupakan lanjutan dari perhitungan SHDI. Pada periode tahun 2003 hingga 2009, nilai SHEI mengalami kenaikan sebesar 0,0094 yang menandakan adanya peningkatan pemerataan penggunaan lahan. Kemudian pada periode tahun 2009 hingga 2016, nilai SHEI menurun sebesar 0,0034 yang menandakan adanya penurunan pemerataan penggunaan lahan.

Berdasarkan hasil analisis *spatial metric* terhadap penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan, untuk kategori keragaman penggunaan lahan dengan parameter SHDI dan SHEI dapat diketahui untuk nilai indeks keragamannya. Tingkat keragaman yang didapat dari data *multi temporal* akan menunjukkan tingkat perkembangan suatu wilayah (*Landscape*). Semakin bertambah tingkat keragaman penggunaan lahan maka semakin besar perkembangan kota yang terjadi karena adanya pertumbuhan baru yang menjadikan pola spasial penggunaan lahan suatu wilayah semakin beragam. Begitupun sebaliknya, tingkat keragaman yang semakin rendah menunjukkan perkembangan yang terjadi juga kecil. Berikut untuk dinamika nilai SHDI dan SHDI pada periode 2003, 2009, dan 2016 di wilayah terdampak kenaikan muka air laut.

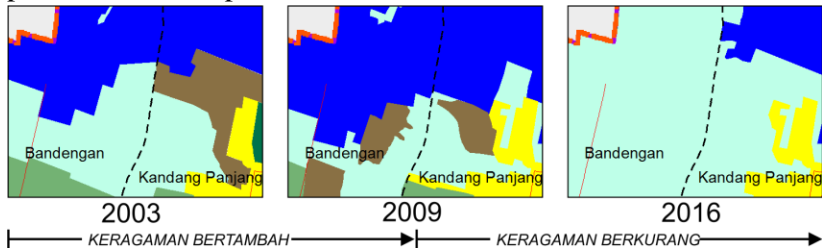
**Tabel 4.36** Tingkat Keragaman Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak Genangan Kenaikan Muka Air Laut

NO	METRIC	TINGKAT KERAGAMAN (+/-)		
		2003-2009	2009-2016	2003-2016
1	SHDI	+	-	+
2	SHEI	+	-	+

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Hasil perhitungan SHDI dan SHEI mengalami naik turun di setiap periode. Untuk periode tahun 2003 ke 2009, nilai SHDI dan SHEI memiliki nilai yang meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada periode tersebut terjadi perkembangan wilayah dari komposisi dan konfigurasi penggunaan lahannya. Kemudian pada periode tahun 2009 ke 2016, nilai SHDI dan SHEI mengalami penurunan dan hal tersebut menunjukkan adanya tingkat perkembangan yang menurun pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan. Secara keseluruhan pada periode 2003 hingga 2016, nilai SHDI dan SHEI termasuk mengalami kenaikan akan tetapi nilai kenaikan tersebut tergolong kecil yaitu SHDI sebesar 0,0143 dan SHEI sebesar 0,006. Kenaikan nilai tersebut mengindikasikan adanya perkembangan penggunaan lahan yang rendah di wilayah

terdampak kenaikan muka air laut sebagaimana seperti interpretasi dari penelitian yang telah ada dalam penggunaan *metric* terkait diversity. Dan dari analisis dapat diketahui perkembangan penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan mengalami penurunan pada kurun waktu periode tahun 2009-2016.



**Gambar 4.62.** Ilustrasi Keragaman Penggunaan Lahan Wilayah Terdampak

*Sumber: Penulis, 2017*

Berdasarkan hasil analisis *spatial metric* di tingkat *landscape*, dapat diketahui bahwa karakteristik pola spasial keragaman penggunaan lahan di wilayah terdampak kenaikan muka air laut di setiap periodenya mengalami fluktuasi nilai dan secara keseluruhan mengalami perkembangan keragaman yang kecil. Selanjutnya dapat diketahui juga untuk statistik nilai keragaman di berdasarkan wilayah administrasinya.

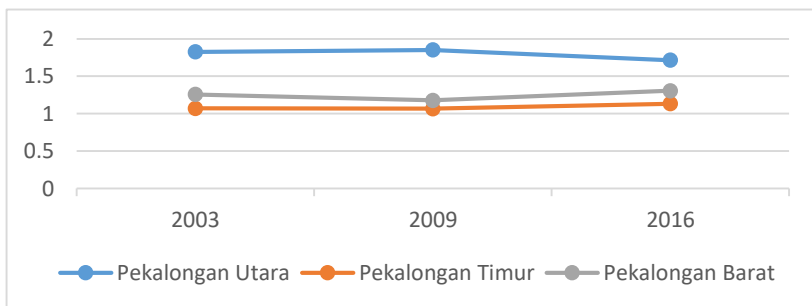
**Tabel 4.37.** Statistik Konfigurasi Patch Tiap Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut

WILAYAH TERDAMPAK	SHDI			SHEI		
	2003	2009	2016	2003	2009	2016
Pekalongan Utara	1.827	1.8516	1.714	0.7619	0.7722	0.7148
Pekalongan Timur	1.0695	1.066	1.1319	0.5143	0.5127	0.5443
Pekalongan Barat	1.2567	1.1779	1.3053	0.6043	0.5665	0.5941

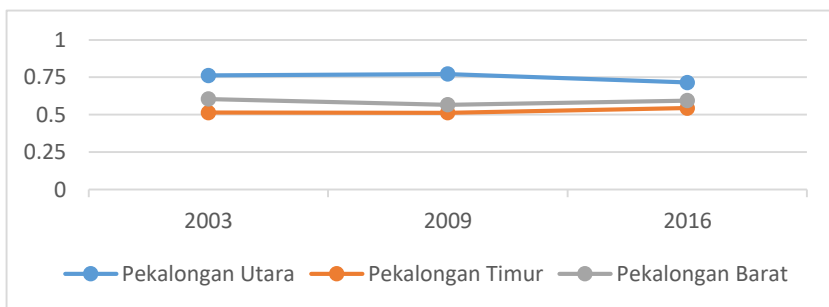
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Berdasarkan statistik nilai SHDI dan SHEI di setiap administrasi kecamatan tersebut, setiap wilayah kecamatan di

wilayah terdampak kenaikan muka air laut memiliki karakteristik kecenderungan pola perkembangan kerapatan masing-masing. Setiap wilayah kecamatan yang terdampak kenaikan muka air laut memiliki nilai tingkat perkembangan penggunaan lahan yang berbeda sesuai dengan karakteristik penggunaan lahannya.



**Gambar 4.63.** Chart Nilai SHDI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*



**Gambar 4.64.** Chart Nilai SHEI Wilayah Kecamatan Terdampak Kenaikan Muka Air Laut  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Dari hasil nilai SHDI dan SHEI tersebut dapat diketahui bahwa wilayah terdampak di Pekalongan Utara memiliki nilai tingkat keragaman paling tinggi dibanding wilayah terdampak lainnya di setiap periode tahunnya. Kemudian untuk nilai paling rendah adalah di wilayah terdampak pada Pekalongan Timur. Setiap

wilayah terdampak di setiap kecamatan memiliki dinamika nilai keragaman yang tidak terlalu signifikan setiap periodenya, dan cenderung memiliki nilai yang fluktuatif. Hasil tersebut dapat diinterpretasikan bahwa wilayah terdampak kenaikan muka air laut yang memiliki keragaman penggunaan lahan paling kecil adalah di Pekalongan Timur, dan di setiap kecamatan mempunyai tingkat perkembangan yang rendah.

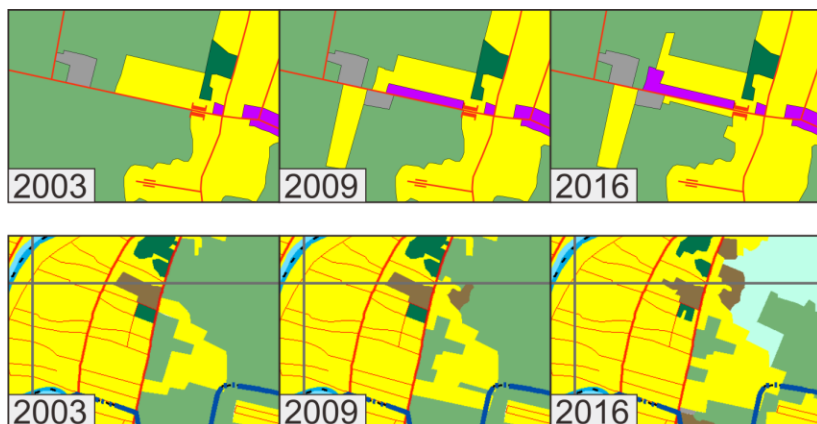
#### **4.5.4 Karakteristik Pola Spasial Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut**

Dari hasil semua analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa dari kurun waktu 2003, 2009, dan 2016 Kota Pekalongan mengalami dinamika penggunaan lahan terutama pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut. Pada wilayah tersebut tingkat kepadatan penggunaan lahan pada setiap periodenya selalu menurun, dengan kata lain menjadi lebih *sprawl* dengan tingkat perkembangan yang relatif rendah. Menurut (Yunus, 1999), secara garis besar ada 3 macam proses *urban sprawl*, yaitu:

- *concentric development*
- *ribbon development*
- *leap frog development*

Berdasarkan karakteristik dinamika perubahan penggunaan lahannya, perkembangan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut Kota Pekalongan cenderung ke pola *ribbon development*. *Ribbon development* merupakan perembetan memanjang yang menunjukkan ketidakmerataan dan paling cepat terlihat di sepanjang jalur transportasi yang ada, khususnya yang bersifat menjari dari pusat kota. Ribbon merupakan karakteristik adanya *urban sprawl* dengan kecenderungan perkembangan tidak kompak (Ewing, 1997).





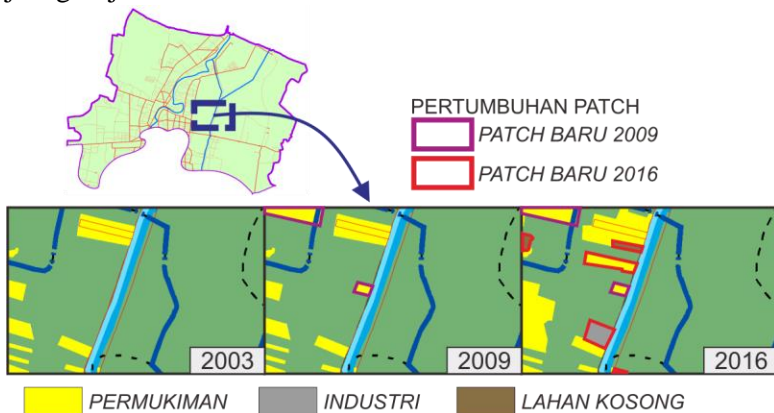
**Gambar 4.65** Kecenderungan Pola Perkembangan Ribbon Development

*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Pola *ribbon development* dapat diidentifikasi dari 2 proses utama, yaitu bertambah atau stambilnya agregasi dan berkurangnya kekompakkan kota (Aguilera, dkk, 2011). Dalam hal ini sesuai dengan hasil perhitungan analisis *spatial metric* yang menunjukkan adanya perubahan tingkat agregasi dan turunnya nilai kekompakkan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut berdasarkan nilai metric *aggregation* antara lain NP, PD, PLADJ, dan IJI. Selanjutnya tingkat perkembangan wilayah yang rendah ditunjukkan oleh nilai SHDI dan SHEI kemudian dapat diasumsikan karena adanya dampak genangan kenaikan muka air laut. Genangan dari kenaikan muka air laut merupakan eksternalitas negatif dari lingkungan yang berdampak pada kesuburan dan nilai lahan, daerah yang memiliki histori bencana cenderung memiliki nilai lahan yang rendah dan mengalami penurunan nilai (Yunus, 1999). Dengan nilai lahan yang rendah dapat berpengaruh pada kurang diminatnya lahan dalam kebutuhan penduduk yang kemudian dapat berimplikasi pada perkembangan wilayah.

Pola perkembangan *ribbon development* dikarakteristikan dari konsentrasi perkembangannya pada

sepanjang jalur transportasi (Kumari, 2015). Dalam penelitian ini, dinamika penggunaan lahan yang terjadi cenderung berdekatan dengan jaringan jalan yang telah ada, terutama perkembangan lahan terbangun seperti permukiman, perdagangan, industri, dan transportasi. Indikasi *sprawl* yang terjadi pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan antara lain adalah adanya penambahan *patch* baru penggunaan lahan terbangun yang cenderung berada di jaringan jalan, dan adanya fragmentasi yang besar dari lahan tidak terbangun. Jika dikalkulasikan, untuk metric penggunaan lahan permukiman, perdagangan, industri, dan transportasi selalu meningkat setiap periode tahunnya. Total pada periode tahun 2003 ke 2016, terdapat penambahan 17 *patch* baru penggunaan lahan terbangun dan *patch* tersebut dominan terdapat di sepanjang jaringan jalan.



**Gambar 4.66.** Ilustrasi Pertumbuhan Patch Baru Penggunaan Lahan di Wilayah Terdampak  
*Sumber: Hasil analisis, 2017*

Bentuk perkembangan kota sprawl merupakan bentuk khusus ditinjau dari segi fisik yang menjadi karakteristik Kota Pekalongan yang dapat diamati dari data penggunaan lahan (Lowry & Lowry, 2014). Kecenderungan berupa ribbon development adalah indikasi tingkat sprawl yang telah diukur dengan toolkit spatial metric dengan kepadatan jumlah *patch* yang ada. Jumlah urban patches merupakan salah satu atribut dalam pengukuran urban sprawl disamping aktivitas penggunaan lahan, patch merupakan gumpalan dari penggunaan lahan (Torrens, 2008).

Pengaruh *urban sprawl* dari struktur fisik kota antara lain adalah terjadinya pola penyebaran permukiman yang akan semakin meluas/melebar berdasarkan jalur transportasi dan munculnya fragmentasi di beberapa penggunaan lahan. Adanya fragmentasi penggunaan lahan merupakan masalah yang akan membuat manajemen lahan semakin sulit (Cao dkk., 2017) dan akan semakin kompleks dengan adanya fenomena banjir rob dari kenaikan muka air laut. Hal tersebut akan berpengaruh pada aktivitas dan mobilitas masyarakat kota. Bentuk *urban sprawl* dapat berkaitan dengan tidak efisiennya penggunaan lahan dan kebijakan perencanaan (World Bank, 2008). Kebijakan tata ruang di Kota Pekalongan perlu mempertimbangan kecenderungan perkembangan kota yang telah terjadi sebagai bahan manajemen penggunaan lahan terutama untuk meminimalisir dampak kerugian akibat adanya genangan kenaikan muka air laut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Kota pekalongan memiliki perubahan penggunaan lahan yang besar, Dalam kurun waktu tahun 2003-2016, penggunaan lahan di Kota Pekalongan yang paling banyak mengalami perubahan luasan adalah penggunaan lahan pertanian, rawa, dan permukiman. Permukiman merupakan penggunaan lahan paling dominan dan selalu mengalami penambahan luas yaitu sebesar 171,08 Ha dalam kurun waktu 2003-2016. Kemudian lahan pertanian, selalu mengalami pengurangan luasan, dalam periode 2003 hingga 2016 berkurang sebesar 455,36 Ha. Lahan rawa mengalami penambahan lahan yang signifikan pada periode 2009 ke 2016 seluas 382.90 Ha.
2. Luas wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan mencapai 2425,98 Ha atau 52,05% dari luas Kota Pekalongan secara keseluruhan. Wilayah tersebut ditunjukkan oleh model spasial wilayah tergenang kenaikan muka air laut berdasarkan air pasang tinggi tertinggi yang ada, dan dapat diprediksikan akan bertambah luas seiring dengan semakin tingginya kenaikan muka air laut.
3. Pada wilayah terdampak genangan kenaikan muka air laut terdapat dinamika penggunaan lahan yang cukup signifikan. Penggunaan lahan paling dominan adalah permukiman, kemudian lahan pertanian dan rawa. Lahan pertanian mengalami perubahan yang besar, pada periode tahun 2003 hingga 2016 yaitu berkurang sebesar 370.26 Ha. Selanjutnya lahan rawa mengalami perubahan yang

fluktuatif dengan akumulasi penambahan luasan dari tahun 2003 hingga 2016 seluas 292.68 Ha.

4. Pola spasial penggunaan lahan pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut di Kota Pekalongan cenderung mengalami penurunan kerapatan dan memiliki tingkat perkembangan yang rendah. Mayoritas *metric* pengukuran agregasi penggunaan lahan mayoritas mengindikasikan adanya penurunan nilai kerapatan. Dari segi komposisi, periode 2003-2016 jumlah patch (petak) jenis penggunaan lahan bertambah 36 patch dan kepadatan patch bertambah sebesar 1,48 patch/100ha. Dan dari segi konfigurasi, periode 2003-2016 nilai persentase kedekatan penggunaan lahan berkurang 0,04% dan nilai indeks fragmentasi bertambah 2,1%. Kemudian pola perkembangan penggunaan lahan berdasarkan indeks keragaman secara keseluruhan pada periode 2003 hingga 2016, mengalami kenaikan akan tetapi dengan nilai yang tergolong kecil yaitu sebesar 0,0143 yang mengindikasikan kecilnya tingkat perkembangan penggunaan lahan di wilayah tersebut.

## 5.2 Rekomendasi

Rekomendasi yang diajukan dari pembahasan dan kesimpulan dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah
  - Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pertimbangan dalam revisi RTRW Kota Pekalongan khususnya dalam penentuan pola ruang yang mempertimbangkan wilayah terdampak kenaikan muka air laut.
  - Diperlukan percepatan program penanggulangan rob, genangan kenaikan muka air berdampak signifikan terhadap perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Untuk meminimalisir dampak kerugian dengan

manajemen penggunaan lahan seperti pengendalian akan pengembangan lahan terbangun.

- Di wilayah studi masih terdapat perubahan penggunaan lahan menjadi lahan terbangun, dapat direkomendasikan untuk membatasi pertumbuhan lahan terbangun seperti permukiman, industri, dan perdagangan.

## 2. Penelitian Lanjutan

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada wilayah terdampak kenaikan muka air laut memiliki perkembangan yang cenderung tidak kompak. Dapat dilanjutkan untuk pengukuran pola perkembangan di sepanjang jalan penghubung untuk mengetahui tingkat sprawl yang terjadi untuk *ribbon development*.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang memodelkan prediksi pola spasial penggunaan lahan di masa depan sesuai dengan trend dinamika pola spasial penggunaan lahan yang telah terjadi.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, dkk. (2011). Landscape Metrics In The Analysis of Urban Land Use Patterns: A Case Study In A Spanish Metropolitan Area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3–4), 226–238.
- Amin, Y. (2008). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Batang Kabupaten Batang Tahun 2001-2006*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arief, dkk. (2012). Pemetaan Resiko Bencana Banjir Rob Kota Semarang. *The 1st Conference on Geospatial Information Science and Engineering*.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Arsyad, S. (2011). Konservasi Tanah Dan Air, (i), 1–19.
- As-syakur, dkk. (2008). Studi Perubahan Penggunaan Lahan di Das Badung. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 200–208.
- Badan Pusat Statistik. (2016). Kota Pekalongan Dalam Angka Tahun 2016. Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan. Kota Pekalongan
- Badan Pusat Statistik. (2015). PDRB Kota Pekalongan Tahun 2014. Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan. Kota Pekalongan
- Budiono. (2008). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Sukoharjo Tahun 1998-2004.
- Cao, dkk (2017). Urban Expansion and Its Impact On The Land Use Pattern In Xishuangbanna Since The Reform and Opening Up of China. *Remote Sensing*, 9(2), 1–21.



- Chust, dkk. (2009). Human Impacts Overwhelm The Effects of Sea Level Rise on Basque Coastal Habitats (N Spain) Between 1954 and 2004. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84(4), 453–462.
- Danoedoro. (2004). Informasi Penggunaan Lahan Multidimensional: Menuju Sistem Klasifikasi Penggunaan Lahan Multiguna untuk Perencanaan Wilayah dan Pemodelan Lingkungan.
- Desmawan, B. T., & Sukamdi. (2012). Adaptasi Masyarakat Kawasan Pesisir Terhadap Banjir Rob di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(1).
- Ewing, R. (1997). Is Los Angeles- Desirable ? *Journal of the American Planning Association*, 63(1).
- Gemilang, A. A. (2008). *Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan Kota Makassar Sulawesi Selatan*. Institut Pertanian Bogor.
- Gunawan, & Prasetyo. (2013). *Fragmentasi : Teori yang Mendasari Penataan Ruang Hutan Menuju Pembangunan Berkelanjutan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Gustafson, E. J. (1998). Minireview: Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? *Ecosystems*, 1(2), 143–156.
- Herold, dkk (2003). The Role of Spatial Metrics In The Analysis and Modeling of Urban Land Use Change. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(4)
- Hidayat, A. (2012). Analisis Pengembangan Kawasan Pesisir Berbasis Mitigasi Sea Level Rise ( Kenaikan Muka Air Laut ) Studi Kasus Kawasan Kota Lama Makassar. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 1(1), 87–100.
- Hildaliyani, U. (2011). Analisis Daerah Genangan Banjir Rob

- (pasang) di Pesisir Utara Jakarta Menggunakan Data Citra Satelit SPOT dan ALOS, 39.
- Hoover, S., & Perry, R. F. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach*.
- Ismail, H., Hussain, T. S., & Ismail, H. (2011). Land Use Changes Analysis for Kelantan Basin Using Spatial Matrix Technique "Patch Analyst" in Relation to Flood Disaster. *Journal of Techno-Social*, 3(1).
- Irwan, Z. D. (2005). *Tantangan Lingkungan & Lansekap Hutan Kota*.
- Jay Lee, D. W. S. W. (2001). Statistical Analysis With ArcView GIS, 192.
- JawaPos.com. (2016). Banjir Makin Parah, Pemkot Pekalongan Siapkan Pengungsian. Diakses 3 Januari, 2017, <http://www.jawapos.com/read/2016/05/30/31213/banjir-makin-parah-pemkot-pekalongan-siapkan-pengungsian-/2>
- Koukoulas, dkk. (2008). The Role of Spatial Metrics on the Performance of an Artificial Neural-Network Based Model for Land Use Change. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII Par, 1661–1666.
- Leitao, dkk. (2006). *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook*. Island Press
- Linh, N. H. K., Erasmi, S., & Kappas, M. (2012). Quantifying Land Use/Cover Change and Landscape Fragmentation in Danang City, Vietnam: 1979-2009. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XXXIX-B8(September), 501–506.
- Lowry, J. H., & Lowry, M. B. (2014). Comparing Spatial Metrics That Quantify Urban Form. *Computers, Environment and Urban Systems*, 44, 59–67.
- Mahendra. (2007). *Peta Perubahan Penggunaan Lahan Untuk*

- Permukiman Tahun 1999-2004 Di Kecamatan Ngawen Kabupaten Blora*. Universitas Negeri Semarang.
- Marfai, dkk. (2011). *Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan)* (1st ed.). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Marfai, dkk. (2013). Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. *Jurnal Bumi Lestari*, 13(2), 244–256.
- Maulinda. (2015). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kabupaten Pemalang Tahun 2008 dan Tahun 2013.
- McGarigal, K. (2015). *Fragstats Help*. Amherst: University of Massachusetts.
- McGarigal, dkk. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. *University of Massachusettes, Amherst, MA*. URL <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>, (2007).
- Minh Hai, P., & Yamaguchi, Y. (2007). Characterizing the Urban Growth From 1975 to 2003 of Hanoi City Using Remote Sensing and A Spatial Metric, 21(2), 104–110.
- Muiz, A. (2009). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Sukabumi, 156.
- Murayama, Y., & Thapa, R. B. (2011). *Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process*. (Y. Murayama & R. B. Thapa, Eds.) (100th ed., Vol. 100). Japan: Springer
- Nashrullah, dkk (2013). Study on Flood Inundation in Pekalongan, Central Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 10(2), 76–83.
- Nilda. (2014). *Analisis Perubaan Penggunaan Lahan dan*

*Dampaknya Terhadap Hasil Air di Daerah Aliran Sungai Cisadane Hulu. Denpasar. Universitas Udayana.*

- Nugroho. (2003). *Klasifikasi Kemampuan dan Kesesuaian Lahan*. INFO DAS Surakarta No. 15 Tahun 2003.
- Nugroho, A. A. (2013). *Model Perubahan Landuse Akibat Kenaikan Air Laut dan Pasang Maksimum di Pantai Utara Teluk Lamong (PUTL) Bagian Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oktavia, M. I., Parman, S., & Setyowati, D. L. (2012). Analisis Sebaran Genangan Pasang Air Laut (Rob) Berdasarkan High Water Level Dan Dampaknya Pada Penggunaan Lahan di Kecamatan Semarang Utara. *Geo Image*.
- Pang, dkk. (2013). Deforestation and Changes in Landscape Patterns from 1979 to 2006 in Suan County, DPR Korea. *Forests*, 4(4),
- Pemerintah Kota Pekalongan. (2011). Peraturan Daerah Kota Pekalongan Nomor 30 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekalongan tahun 2009-2029. Lembaran Daerah Kota Pekalongan Tahun 2011 Nomor 32. Sekretaris Daerah. Pekalongan
- Pontang, D. A. N., & Fitria, M. D. (2012). Analisis Dinamika Pemanfaatan Lahan Pertanian Di Kota Dan Kabupaten Serang ( Studi Kasus : Kecamatan, 3.
- Pratomoatmojo, N. A. (2012). *Land Use Change Modelling Under Tidal Flood Scenarioby Means ofMarkov CellularAutomata in Pekalongan Municipal*. Universitas Gadjah Mada.
- Prihatno, H. (2012). Variasi Kenaikan Muka Air Laut Di Wilayah Pesisir Pekalongan, Dari Analisis Pasang Surut dan Angin. *Jurnal Segara*, 27-34.

- Prihatno, H. (2012). Variasi Kenaikan Muka Laut Di Wilayah Pesisir Pekalongan, dari Analisis Pasang Surut dan Angin. *Jurnal Segara* Vol 8, 27-34.
- Purwanto. (2010). *Metodologi Penelitian Kuantitatif Untuk Psikologi dan Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Raharjo, B., & Ikhsan, M. (2015). *Belajar ArcGIS Desktop 10*.
- Ramachandra, T. V., Bharath, H. A., & Sowmyashree, M. V. (2014). Urban Footprint of Mumbai - The Commercial Capital of India. *Journal of Urban and Regional Analysis*, 6(1), 71–94
- Reis, dkk. (2015). Spatial Metrics to Study Urban Patterns In Growing and Shrinking Cities. *Urban Geography*, 3638(October), 1–26.
- Riduwan. (2011). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta
- Rutledge, D. (2003). Landscape Indices as Measures of The Effects of Fragmentation: Can Pattern Reflect Process? *DOC Science Internal Series* 98, 1–27.
- Shofiana, dkk. (2013). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir Kota Pekalongan Menggunakan Landsat 7 ETM+. *Journal of Marine Research*, 2(3), 35–43.
- Subana. (2005). *Dasar-dasar Penelitian Ilmiah*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Sudjana, N; Ibrahim, R. (2001). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiyono. (2005). *Metode Penelitian Administrasi. Edisi ke-12*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2012). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sun, dkk. (2011). Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal

- remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 21 (2013) 409–417
- Suryani, & Hendryadi. (2015). *Metode Riset Kuantitatif*. Jakarta: Prenadamesia Group.
- Thapa, R. B., & Murayama, Y. (2009). Examining Spatiotemporal Urbanization Patterns in Kathmandu Valley, Nepal: Remote Sensing and Spatial Metrics Approaches. *Remote Sensing*, 1(3)
- Torrens, P. M. (2008). A Toolkit for Measuring Sprawl. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 1(1)
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset
- Ujlaki. (2011). City of Zagreb Land use/cover change detection with Google Earth and Landsat Imagery.
- Weng, Y. C. (2007). Spatiotemporal Changes of Landscape Pattern In Response to Urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 341–353.
- Widianto, Sunarto, & Marfai. (2013). *Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Genang Pasang Air Laut di Kecamatan Asemrowo, Kota Surabaya*. Universitas Gadjah Mada.
- Wijaya, S. W. (2005). Aplikasi Penginderaan Jauh dengan Citra Satelit Quickbird untuk Pemetaan Mangrove di Pulau karimunjawa Kabupaten Jepara jawa Tengah. *Institut Pertanian Bogor*, (Skripsi).
- Wikipedia. (2016). Kota Pekalongan ([https://id.wikipedia.org/wiki/Kota\\_Pekalongan](https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Pekalongan))
- Wirasatriya, A., Hartoko, A., & Suripin. (2006). Kajian Kenaikan Muka Laut Sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 1(2), 31–42.

- World Bank. (2008). "Project Information Document (PID). Concept Stage." WB Report No.: AB4043.
- Yamaguchi, Minh. (2008). A Case Study on The Relation Between Urban Growth And City Planning Using Remote Sensing And Spatial Metrics. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences
- Yunus, H. S. (1999). *Struktur Tata Ruang Kota* (1st ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yunus, H. S. (2005). *Manajemen Kota Dari Perspektif Spasial*. Yogyakarta.
- Yusran, A. (2006). Kajian Perubahan Tata Guna Lahan pada Pusat Kota Cilegon.

**Lampiran A:**

**Tabel Validasi Penggunaan Lahan**

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
1	353750	9233417	SUNGAI	SUNGAI		Benar
2	355409	9233575	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
3	353354	9233575	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
4	353663	9233578	KEBUN	KEBUN		Benar







KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
5	355718	9234200	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
6	354233	9234368	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
7	352979	9234485	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
8	355770	9234644	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
9	355746	9234878	KEBUN	KEBUN		Benar
10	350524	9234977	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
11	354373	9235098	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
12	352429	9235205	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
13	351261	9235209	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
14	351665	9235262	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
15	353485	9235269	SUNGAI	SUNGAI		Benar
16	354446	9235703	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
17	352228	9235732	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
18	353748	9235765	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
19	350595	9235836	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
20	351327	9235847	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
21	355689	9235872	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
22	354303	9235958	SUNGAI	SUNGAI		Benar
23	353815	9235984	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
24	350476	9236073	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
25	354028	9236172	RTH	RTH		Benar
26	351376	9236220	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
27	356795	9236344	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
28	355009	9236461	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar





KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
29	356884	9236486	LAHAN TERBUKA	LAHAN TERBUKA		Benar
30	352328	9236489	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
31	355657	9236737	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
32	356463	9236774	TRANSPORTASI	TRANSPORTASI		Benar



KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
33	354426	9236909	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
34	350996	9236958	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
35	353348	9237028	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
36	351111	9237241	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar



KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
37	352535	9237350	INDUSTRI	PERDAGANGAN		Salah
38	356387	9237351	PERTANIAN	LAHAN TERBUKA		Salah
39	353508	9237555	RTH	RTH		Benar
40	351223	9237575	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
41	355355	9237668	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
42	351317	9237976	KEBUN	KEBUN		Benar
43	351998	9237979	RTH	RTH		Benar
44	356901	9237998	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar





KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
45	356816	9238110	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
46	352800	9238192	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
47	351701	9238254	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
48	352433	9238258	TRANSPORTASI	TRANSPORTASI		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
49	350905	9238299	RAWA	RAWA		Benar
50	351356	9238322	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
51	353271	9238363	PERMUKIMAN	PERDAGANGAN		Salah
52	355656	9238400	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
53	352857	9238451	RTH	RTH		Benar
54	354060	9238548	RTH	RTH		Benar
55	351453	9238608	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
56	351975	9238615	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar


KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
57	352805	9238633	PERDAGANGAN	PERDAGANGAN		Benar
58	355991	9238751	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
59	353405	9238841	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
60	351138	9238856	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar



KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
61	356409	9238900	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
62	352578	9238917	RTH	RTH		Benar
63	354419	9239021	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
64	351410	9239080	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar





KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
65	353618	9239083	INDUSTRI	PERDAGANGAN		Salah
66	355064	9239175	PERTANIAN	PERTANIAN		Benar
67	356214	9239195	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
68	354028	9239288	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar







KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
69	356597	9239439	RAWA	RAWA		Benar
70	353583	9239465	RTH	RTH		Benar
71	353289	9239576	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
72	352672	9239670	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
73	355404	9239729	LAHAN TERBUKA	LAHAN TERBUKA		Benar
74	352349	9239845	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
75	354514	9239883	KEBUN	KEBUN		Benar
76	352959	9240092	PERTANIAN	RAWA		Salah

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
77	356562	9240119	RAWA	RAWA		Benar
78	353597	9240224	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
79	356662	9240260	TAMBAK	TAMBAK		Benar
80	353318	9240272	LAHAN TERBUKA	LAHAN TERBUKA		Benar





KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
81	353380	9240426	RAWA	RAWA		Benar
82	353687	9240547	KEBUN	KEBUN		Benar
83	356974	9240649	TAMBAK	TAMBAK		Benar
84	357524	9240693	KEBUN	KEBUN		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
85	355106	9240721	SUNGAI	SUNGAI		Benar
86	354424	9240733	KEBUN	KEBUN		Benar
87	356113	9240809	TAMBAK	TAMBAK		Benar
88	355234	9240908	TAMBAK	TAMBAK		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
89	356220	9241048	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
90	353521	9241061	TAMBAK	TAMBAK		Benar
91	356781	9241074	SUNGAI	SUNGAI		Benar
92	354705	9241144	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar



KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
93	353177	9241210	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
94	355600	9241304	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
95	354823	9241436	PERMUKIMAN	PERMUKIMAN		Benar
96	355459	9241545	TRANSPORTASI	TRANSPORTASI		Benar

KODE	Koordinat Titik Sampel		Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Kota Pekalongan 2016	Validasi Lapangan	Dokumentasi	Kesesuaian
	X	Y				
97	354106	9241738	RAWA	RAWA		Benar
98	353525	9241746	RAWA	TAMBAK		Salah
99	353817	9241788	INDUSTRI	INDUSTRI		Benar
100	353336	9241970	RAWA	RAWA		Benar



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*






## Lampiran B:

**Tabel Identifikasi Wilayah Tergenang**





KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
1		X 351491	Y 9238160
		Wilayah permukiman tergenang air laut. Air genangan tidak bisa surut dalam jangka waktu beberapa bulan.	
2		X 353177	Y 9241210
		Permukiman tergenang air laut selama bertahun-tahun. Beberapa rumah sudah ditinggal pemiliknya dan tidak berpenghuni.	
3		X 351449	X 9238573
		Banjir pasang menggenangi jalan menuju permukiman. Karung berisi pasir digunakan untuk meminimalisir aliran air laut yang masuk ke jalan.	
4		X 351465	Y 9238829
		Banjir pasang menggenangi permukiman dan jaringan jalan. Telah berlangsung lama dan mengganggu aktivitas penduduk.	
5		X 351138	Y 9238856
		Kenaikan muka air laut yang terjadi menyebabkan sungai meluap dan merendam wilayah di sekitar sungai.	

KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
6		X 350612	Y 9238781
		Air laut mengenangi bangunan sekolah. Sering terjadi dan mengganggu aktivitas belajar mengajar.	
7		X 353175	Y 9240021
		Rumah yang sudah bertahun-tahun tergenang air laut. Genangan air ditumbuhi mata lele ( <i>Azolla microphylla</i> ).	
8		X 353562	Y 9240536
		Jalan dan kebun dengan ketinggian yang lebih rendah terendam air laut. Genangan air mempercepat kerusakan jalan.	
9		X 353072	Y 9240689
		Tegalan bekas sawah terendam air laut. Kegiatan pertanian sudah lama tidak bisa dilakukan pada wilayah tergenang.	
10		X 354041	Y 9241281
		Genangan air memenuhi jaringan drainase warga. Jaringan drainasi tidak bisa mengalir dan menjadi genangan bercampur dengan air laut.	






KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
11		X 354850	Y 9241474
		Akibat adanya genangan kenaikan muka air laut, beberapa rumah telah tidak digunakan lagi bahkan dirobohkan.	
12		X 354563	Y 9241634
		Genangan air laut di sekitar permukiman penduduk sudah tidak bisa suruh. Hal tersebut menyebabkan wilayah permukiman selalu ada sisa genangan.	
13		X 354035	Y 9241753
		Kenaikan muka air laut yang sampai di daratan menyebabkan adanya rawa karena luasnya lahan tak terbangun yang tergenang.	
14		X 352533	Y 9240053
		Air laut menggenangi jalan dan drainase di wilayah permukiman warga. Genangan yang ada bercampur dengan lumpur dan memperburuk kualitas lingkungan.	
15		X 351759	Y 9238169
		Genangan air laut menggenangi wilayah permukiman. Adanya genangan tersebut mengganggu aktivitas penduduk yang memproduksi batik.	

KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
16		X 352145	Y 9240309
		Genangan air laut yang tinggi dan tidak bisa surut menyebabkan wilayah permukiman menjadi kumuh.	
17		X 351322	Y 9237985
		Kebun dan jalan tergenang air. Tempat pemakaman umum juga tergenang air laut.	
18		X 355912	Y 9239490
		Sawah dan tegalan terendam air yang kemudian menjadi rawa dan tambak.	
19		X 356182	Y 9239314
		Genangan air telah membuat kualitas lingkungan di sekitar rumah terdampak menjadi buruk.	
20		X 356203	Y 9239071
		Prasarana jalan telah dilakukan peninggian, akan tetapi genangan air bertambah masuk dalam lingkungan permukiman	

KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
21		X 356487	Y 9238844
		Rumah yang terdampak kenaikan muka air laut ditinggikan agar tidak tergenang.	
22		X 352254	Y 9239948
		Permukiman yang sudah bertahun-tahun terendam genangan air laut. Tumbuh mata lele ( <i>Azolla microphylla</i> ) di genangan air laut.	
23		X 356785	Y 9239138
		Bekas lahan pertanian yang tergenang air laut berubah menjadi rawa dan tidak dimanfaatkan lagi.	
24		X 356609	Y 9239488
		Rawa akibat dari adanya genangan air laut ditumbuhi subur oleh eceng gondok.	
25		X 351770	Y 9239563
		Permukiman yang terendam genangan air laut dengan kondisi jalan yang sudah ditinggikan.	

KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
26		X 356571	Y 9240048
		Lahan kebun yang tergenang air laut menjadi lahan tidak produktif.	
27		X 352378	Y 9239145
		Kondisi bangunan fasilitas umum yang tergenang air laut dan tidak dapat digunakan lagi.	
28		X 352673	Y 9239813
		Adanya rawa dari lahan terbuka wilayah permukiman yang tergenang oleh air laut.	
29		X 355853	Y 9240516
		Drainase di wilayah permukiman yang tidak bisa mengalir karena adanya genangan air laut.	
30		X 352209	Y 9238596
		Permukiman dan jalan yang ditinggikan untuk meminimalisir genangan air laut yang ada.	



KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
31		X 354363	Y 9239722
		Jalan dan lingkungan permukiman tergenang air laut.	
32		X 354255	Y 9239516
		Sepanjang koridor jalan lingkungan terendam air laut dalam waktu yang lama.	
33		X 351979	Y 9238541
		Wilayah permukiman yang terendam air laut melakukan adaptasi dengan peninggian bangunan rumah.	
34		X 354412	Y 9239136
		Lingkungan dan permukiman terendam genangan air laut.	
35		X 351311	Y 9238264
		Rumah di sekitar jalur pantura yang terendam air laut dan tidak digunakan lagi.	



KODE	DOKUMENTASI	KETERANGAN	
36		X 351673	Y 9238655
		Permukiman yang terdapat di lingkungan rawa karena genangan air laut.	
37		X 352527	Y 9240315
		Bekas sawah yang menjadi rawa. Penduduk menggunakan perahu untuk transportasi melintasi rawa.	
38		X 353083	Y 9239837
		Permukiman kumuh yang timbul karena genangan air laut selama lebih dari 2 tahun tidak surut.	
39		X 354286	Y 9238792
		Lingkungan permukiman yang terendam air laut. Aksesibilitas penduduk terganggu karena genangan di jaringan jalan.	
40		X 355863	Y 9239248
		Jalan lingkungan terendam genangan air laut. Saat air laut pasang, genangan dapat menjadi lebih tinggi.	

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur pada 26 Juli 1994. Penulis menempuh pendidikan formal di Banyuwangi, yaitu SDN 1 Wringinrejo, SMPN 1 Genteng, dan SMAN 1 Genteng. Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota FTSP-ITS pada tahun 2013. Penulis aktif baik pada kegiatan akademik dan non akademik selama perkuliahan. Penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium

Komputasi dan Analisa Perencanaan Keruangan, Asisten Dosen Mata Kuliah Komputasi Perencanaan dan Mata Kuliah Sistem Informasi Perencanaan. Selain kegiatan akademik, penulis juga aktif pada beberapa organisasi mahasiswa, antara lain menjadi staff Biro Keilmiah dan Keprofesionalan Himpunan Mahasiswa Planologi (HMPL) ITS periode 2014-2015, staff Kementrian Kebijakan Kampus Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS periode 2014-2015, Pemandu LKMM FTSP ITS periode 2014-2016, dan Kepala Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HMPL ITS periode 2015-2016. Penulis aktif pada kegiatan pelatihan keprofesionalan, antara lain beberapa kali menjadi trainer pelatihan GIS tingkat dasar, dan asisten trainer pelatihan GIS tingkat lanjut. Di bidang keilmiah penulis pernah mengikuti beberapa lomba karya tulis ilmiah dan pernah mendapatkan pendanaan di Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 5 bidang. Selama kuliah penulis juga berkesempatan membantu beberapa *project* dan penelitian terkait tata ruang. Penulis memiliki ketertarikan pada bidang penggunaan lahan dan *Geographic Information System*. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email [aliwijaya.ali@gmail.com](mailto:aliwijaya.ali@gmail.com).

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*